



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del
patio de contenedores del puerto del Callao, 2018**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor:

OTTO SCIPION PIÑELLA

Asesor:

MG. ING. LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA

Línea de Investigación:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2018

Página del jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO DE LIMA

DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 296-2018-2 UCV-LIMA NORTE/ING

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador de Tesis designado con **RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1578/EP/ING.CIVIL.UCV LIMAN** de la Escuela de Ing. Civil, dictaminan:

PRIMERO.

Aprobar por sobresaliente (Pasará a publicación)	: 18 - 20 puntos	()
Aprobar por unanimidad	: 14 - 17 puntos	(+)
Aprobar por mayoría	: 11 - 13 puntos	()
Desaprobar	: 0 - 10 puntos	()

La Tesis denominada " **DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS PARA LA DURABILIDAD DEL PATIO DE CONTENEDORES DEL PUERTO DEL CALLAO, 2018** " presentado por el (la) estudiante **SCIPION PIÑELLA, OTTO FREDDY**

SEGUNDO. Que la calificación obtenida en la sustentación de la Tesis por el (la) estudiante es como corresponde:

Apellidos y Nombres	Calificación en números	Calificación en letras
SCIPION PIÑELLA, OTTO FREDDY	14	catorce

Los Olivos, 18 de diciembre del 2018

Presidente(a): MAG. SUSY GIOVANA RAMOS GALLEGOS
Nombre Completo

Secretario(a): MAG. LUCAS LUDENA GUTIERREZ
Nombre Completo

Vocal: MAG. LUIS VARGAS CHACALTANA
Nombre Completo

Firma
Firma
Firma



Dedicatoria

Dedicado a mis padres, Teófilo y Lía, me hubiera gustado tenerlos cerca.

A mi esposa Charo y a mi hija Anhara que hicieron tantas cosas por mí, sobre todo por acompañarme cada semana de estos últimos 5 años.

Y a mis hermanos Morayma, Eddy, Victoria y Percy que siempre me animaron a cumplir este sueño.

Otto Scipión Piñella

Agradecimiento

A Dios, por darme tantas oportunidades.

A mi hermano Eddy y a mi cuñado José, sin vuestra ayuda no hubiera podido coronar este reto.

A los que creyeron en mí, a mis amigos, familiares y en especial a mi querida suegra.

Otto Scipión Piñella

Declaratoria de autenticidad

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, OTTO FREDDY SCIPION PIÑELLA con DNI N° 06267779, en la senda de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de INGENIERIA, Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL, declaro bajo juramento que los documentos que se adjuntan son fidedignos.

Asimismo, indico bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En el caso que hubiera falta, omisión o falsedad asumo los correspondientes procesos investigativos y sanciones de acuerdo a las normas internas de la Universidad.

En concordancia, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, con las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 28 de junio del 2019.

Apellidos y Nombres
D.N.I. 06267779

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

El autor.

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xv
Abstract	xvi
I. INTRODUCCIÓN	
1.1 Realidad problemática	5
1.2 Trabajos previos	21
1.2.1 Antecedentes Internacionales.	21
1.2.2 Internacionales Nacionales	23
1.3 Teorías relacionadas al tema	25
1.3.1 Diseño de Pavimentos portuarios con adoquines	25
1.3.2 Durabilidad del Patio de Contenedores	27
1.3.3 Tipos de Pavimentos	28
3.3.4 Pavimentos portuarios	33
3.3.5 Métodos de Diseño	33
1.4 Formulación del problema	41
1.4.1 Problema general	41
1.5 Justificación del estudio	41
1.6 Hipótesis	42
1.6.1 Hipótesis general	42
1.7 Objetivos	43
1.7.1 Objetivo general	43
1.7.2 Objetivos específicos	43
II. MÉTODO	44
2.1 Diseño de la investigación	45

2.1.1 Métodos de investigación	45
2.1.2 Tipo de investigación	45
2.1.3 Nivel de investigación	45
2.1.4 Diseño de investigación	45
2.2 Variables, Operacionalización	46
2.2.1 Identificación de variables	46
2.2.2 Operacionalización de variable	47
2.3 Población y muestra	48
2.3.1 Población	48
2.3.2 Muestra	48
2.3.3 Muestreo	48
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	48
2.4.1 Técnica de recolección de datos	48
2.4.2 Instrumento de recolección de datos	49
2.4.3 Validez	49
2.4.4 Confiabilidad	50
2.5 Métodos de análisis de datos	50
2.5.1 Problemática de los pavimentos en la zona de trabajo	50
2.5.2 Ubicación del proyecto de investigación	51
III. RESULTADOS	
3.1 Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	105
3.2 Determinación del Contenido de Humedad de suelos	132
3.3 Proctor Modificado y CBR	133
3.4 Método De Ensayo De Penetración Estándar SPT	138
3.5 Análisis de los resultados de los ensayos	144
3.6 Diseño del pavimento portuario	144
IV. DISCUSIÓN	170
V. CONCLUSIONES	173
VI. RECOMENDACIONES	175
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177
ANEXOS.	180
Anexo 1.Matriz de operacionalización	181
Anexo 2. Matriz de consistencia	182

Anexo 3. Fichas de juicio de expertos	183
Anexo 4. Panel fotográfico	186
Anexo 5. Ensayos de análisis granulométrico por tamizado	230
Anexo 6. Certificados de calibración de equipos	237
Anexo 7. Reporte de similitud del Turnitin	241

Índice de tablas

Tabla 1.	Operacionalización de variables.	47
Tabla 2.	Rango de validación de expertos.	50
Tabla 3.	Categoría de fallas	58
Tabla 4.	Índice de condición del pavimento (PCI)	58
Tabla 5.	Calculo del PCI de las unidades de muestreo y PCI general	59
Tabla 6.	Ábacos	60
Tabla 7.	Cuadros de descripción y evaluación de fallas	71
Tabla 8.	Resumen de calicatas.	76
Tabla 9.	Resumen de los Ensayo de Densidad de Campo.	77
Tabla 10.	Resumen de los ensayos SPT.	78
Tabla 11.	Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos.	79
Tabla 12.	Resumen de los ensayos Próctor de suelo (ASTM D - 1557).	80
Tabla 13.	Resumen de los ensayos CBR de suelo (ASTM D - 1883).	81
Tabla 14.	Contenido de Humedad.	132
Tabla 15.	Densidad Natural.	137
Tabla 16.	Porcentajes de contenedores de diferentes pesos para cinco diferentes combinaciones de 40ft a 20ft.	152
Tabla 17.	Factores Dinamicos (Fd).	153
Tabla 18.	Cargado del pavimentos en función a la modalidad de almacenamiento	155
Tabla 19.	Factor de proximidad de ruedas	156
Tabla 20.	Cargas en los pavimentos por almacenamiento de contenedores	169
Tabla 21.	Factor de proximidad de las ruedas	169

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Tipos de Pavimentos.	28
Figura 2. Pavimento Flexible (Asfalto).	29
Figura 3. Pavimento Rígido.	31
Figura 4. Pavimento Semiflexible o Adoquinado.	32
Figura 5. Pavimento Portuario.	33
Figura 6. Equipo Reach Stacker.	34
Figura 7. Distancia entre el eje y peso.	34
Figura 8. a) Pavimentos rígidos	35
Figura 9. b) Pavimentos flexibles	35
Figura 10. c) Pavimentos adoquinados	35
Figura 11. Pavimento de concreto vibrado.	39
Figura 12. Pavimento de concreto compactado con rodillo.	39
Figura 13. Pavimento continuo de concreto armado.	40
Figura 14. Pavimento de concreto armado con fibras de acero.	40
Figura 15. Pavimento de adoquines prefabricados de concreto.	40
Figura 16. Pavimento asfáltico.	41
Figura 17. Vista panorámica del Puerto del Callao.	51
Figura 18. Vista panorámica del Puerto del Callao – Google Earth.	52
Figura 19. Plano de Ubicación del Puerto del Callao.	53
Figura 20. Plano de ubicación de las calicatas.	54
Figura 21. Plano de Ubicación de perfiles estratigráficos.	55
Figura 22. Perfiles estratigráficos.	56
Figura 23. Registro de Excavación de Calicata N° 01.	81

Figura 24. Registro de Excavación de Calicata N° 02.	82
Figura 25. Registro de Excavación de Calicata N° 03.	83
Figura 26. Registro de Excavación de Calicata N° 04.	84
Figura 27. Registro de Excavación de Calicata N° 05.	85
Figura 28. Registro de Excavación de Calicata N° 06.	86
Figura 29. Registro de Excavación de Calicata N° 07.	87
Figura 30. Registro de Excavación de Calicata N° 08.	88
Figura 31. Registro de Excavación de Calicata N° 09.	89
Figura 32. Registro de Excavación de Calicata N° 10.	90
Figura 33. Registro de Excavación de Calicata N° 11.	91
Figura 34. Registro de Excavación de Calicata N° 12.	92
Figura 35. Ensayo de campo.	94
Figura 36. Determinación de contenido de humedad.	94
Figura 37. Peso del material.	96
Figura 38. Colocación de muestra al horno.	96
Figura 39. Tamices.	98
Figura 40. Peso del mayor con el material.	98
Figura 41. Muestra para la calicata 1.	99
Figura 42. Colocación del material.	100
Figura 43. Ensayo.	100
Figura 44. Proctor Modificado - Remoldeado	101
Figura 45. Ensayo del Proctor modificado.	102
Figura 46. Ensayo de CBR	103
Figura 47. Ensayo de Calicata N° 01 Muestra N° 01.	105
Figura 48. Ensayo de Calicata N° 01 Muestra N° 02.	106
Figura 49. Ensayo de Calicata N° 02 Muestra N° 01.	107

Figura 50. Ensayo de Calicata N° 02 Muestra N° 02.	108
Figura 51. Ensayo de Calicata N° 03 Muestra N° 01.	109
Figura 52. Ensayo de Calicata N° 04 Muestra N° 01.	110
Figura 53. Ensayo de Calicata N° 04 Muestra N° 02.	111
Figura 54. Ensayo de Calicata N° 05 Muestra N° 01.	112
Figura 55. Ensayo de Calicata N° 06 Muestra N° 01.	113
Figura 56. Ensayo de Calicata N° 07 Muestra N° 01.	114
Figura 57. Ensayo de Calicata N° 07 Muestra N° 02.	115
Figura 58. Ensayo de Calicata N° 08 Muestra N° 01.	116
Figura 59. Ensayo de Calicata N° 08 Muestra N° 02.	117
Figura 60. Ensayo de Calicata N° 09 Muestra N° 01.	118
Figura 61. Ensayo de Calicata N° 09 Muestra N° 02.	119
Figura 62. Ensayo de Calicata N° 10 Muestra N° 01.	120
Figura 63. Ensayo de Calicata N° 11 Muestra N° 01.	121
Figura 64. Ensayo de Calicata N° 11 Muestra N° 02.	122
Figura 65. Ensayo de Calicata N° 12 Muestra N° 01.	123
Figura 66. Ensayo de Calicata N° 12 Muestra N° 02.	124
Figura 67. Ensayo de SPT N° 03 Muestra N° 01.	125
Figura 69. Ensayo de SPT N° 04 Muestra N° 01.	127
Figura 70. Ensayo de SPT N° 04 Muestra N° 02.	128
Figura 71. Ensayo de SPT N° 05 Muestra N° 01.	129
Figura 72. Ensayo de SPT N° 05 Muestra N° 02.	130
Figura 73. Ensayo de SPT N° 06 Muestra N° 01.	131
Figura 74. Ensayo de Proctor - CBR Calicata N° 01 Muestra N° 02.	133
Figura 75. Ensayo de Proctor - CBR Calicata N° 08 Muestra N° 02.	134
Figura 76. Ensayo de C7-M2 -Proctor - CBR N° 07 Muestra N° 02.	135

Figura 77. Ensayo de C2-M1 -Proctor - CBR N° 02 Muestra N° 01.	136
Figura 78. Registro de Exploración de sondajes –SPT 01.	138
Figura 79. Registro de Exploración de sondajes – SPT 02.	139
Figura 80. Registro de Exploración de sondajes – SPT 03.	140
Figura 81. Registro de Exploración de sondajes – SPT 04.	141
Figura 82. Registro de Exploración de sondajes – SPT 05.	142
Figura 83. Registro de Exploración de sondajes – SPT 06.	143
Figura 84. Falla de Pavimento causada por los contenedores en el Puerto del Callao.	145
Figura 85. Apilamiento de Contenedores en el Puerto del Callao.	146
Figura 86. Se aprecia al fondo el apilamiento de contenedores en el Puerto del Callao.	146
Figura 87. Predimensionamiento de la base = 495 mm.	164
Figura 88. Espesor de la base = 525mm.	168
Figura 89. Diseño del espesor de la base	168

Resumen

El presente trabajo, **Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018**, fue desarrollado con la finalidad de brindar información sobre la conformación de las zonas de operaciones y almacenamiento de los puertos, tal como el Terminal Portuario del Callao, ha causado la presencia de hundimientos y deterioros importantes en los pavimentos existentes, ya sea por falta de capacidad de soporte del suelo de fundación o por la calidad del pavimento rígido, debido al almacenamiento de contenedores y del equipo que se utiliza para la movilización de los mismos, habiéndose creado una conciencia de la importancia del diseño de los pavimentos requeridos en las instalaciones portuarias.

Las terminales portuarias de contenedores, son actualmente la apuesta de la mayor parte de los puertos, tanto a nivel nacional como mundial, en la estrategia de captación de tráfico. Ello es debido, principalmente, al impresionante crecimiento del tráfico de contenedores, como consecuencia tanto del aumento del intercambio de mercancía general, como del aumento del grado de contenerización. Ello implica que cada vez son mayores las superficies destinadas a dicho tráfico.

Toda superficie de apoyo para el almacenamiento de contenedores, tiene como objetivo principal, proporcionar una superficie segura, cómoda, duradera y económica para dicho almacenamiento. Su función principal es la de recibir las cargas, tanto estáticas como dinámicas a las que va a estar sometida y repartirlas sobre la explanada. Su disposición en planta depende fundamentalmente de la forma de explotar la terminal, y de las características del tráfico portuario de contenedores. Además es fundamental la elección de los equipos de manipulación que se utilicen.

El Contenedor es un compartimiento constituido por una estructura metálica del tipo laminar, siendo su medida típica de 20 pies (6 m.) de longitud por una sección de 8 pies x 8.5 pies e identificándose dicha unidad con un TEU (Twenty Equivalente Unit). Existen otras variantes de esta unidad, tales como los de 35 y 40 pies de longitud, los cuales mantienen la misma sección transversal del de 20 pies de longitud.

Palabras claves: Contenedor, equipos de manipulación, cargas estáticas y cargas dinámicas.

Abstract

In the conformation of the zones of operations and storage of the ports, like the port Terminal of Callao, has caused the presence of collapses and important deteriorations in the existing pavements, either by lack of capacity of support of the ground of Foundation or by the quality of the rigid pavement, due to the storage of containers and the equipment that is used for the mobilization of the same, having created an awareness of the importance of the design of the pavements required in the installations Port.

Port container terminals, are currently the bet of most ports, both nationally and globally, in the strategy of attracting traffic. This is mainly due to the impressive growth of container traffic as a consequence of the increase in the exchange of general merchandise and the increase in the degree of containment. This implies that the areas destined for this traffic are becoming more and more high.

Every supporting surface for container storage, has as main objective, to provide a safe, comfortable, durable and economical surface for such storage. Its main function is to receive the static and dynamic loads to which it will be subjected and distribute them on the Esplanade. Its disposition in plant depends fundamentally on the way of exploiting the terminal, and of the characteristics of the port traffic of containers. It is also essential to choose the handling equipment used.

The container is a compartment consisting of a metal structure of laminar type, being its typical measurement of 20 feet (6 m.) in length by a section of 8 feet x 8.5 feet and identifying the unit with a TEU (twenty equivalent unit). There are other variants of this unit, such as those of 35 and 40 feet long, which maintain the same cross-section of the 20-foot-length.

Key words: container, handling equipment, static loads and dynamic loads.

I. INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo el estudio sobre el Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018, se utilizaron diferentes investigaciones con el fin de dar a conocer la nueva tecnología de construcción de pavimentos para puertos, asimismo conocer los pros y contras que tiene esta construcción.

Se ha enunciado el problema de investigación ¿De qué manera el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018?

El objetivo principal es determinar como el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018?

Se ha constituido un marco teórico teniendo en cuenta los conceptos teóricos y perspectivas relacionadas al tema de estudio, de manera que se ha enumerado un conjunto de términos con sus respectivas definiciones, para lo cual se tuvo en cuenta la enunciación conceptual y definición operacional. La personalización de los términos se efectuó teniendo en cuenta la variable de estudio.

Se manejaron diferentes métodos: Tipo aplicada, Nivel Explicativo y Diseño Experimental; la técnica disponible fue: análisis de documento y observación directa de los hechos y el instrumento para lograr datos fue una ficha de recolección de datos acomodada por el investigador.

El desarrollo de la investigación está organizado de la consiguiente forma:

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN, dentro de este capítulo se desglosa la realidad problemática, trabajos anteriores (antecedentes nacionales e internacionales), teorías relacionadas al tema, formulación al problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

CAPÍTULO II: MÉTODO, en esta parte del proyecto de investigación se exhibe el diseño de investigación, variables, operacionalización, población y muestra, así mismo técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad, métodos de análisis y para finalizar los aspectos éticos.

CAPÍTULO III, IV, V y VI: RESULTADOS, DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, aquí puntualizamos e interpretamos los datos y efectuamos la discusión de resultados mediante la aplicación de los instrumentos, sobre la base a las variables e indicadores planteados.

1.1 Realidad problemática

En el contexto mundial se han usado procesos de diseño fundadas en pavimentos rígidos y flexibles, masificados en todo el orbe a partir del ensayo AASHO efectuado en 1956 en EE.UU. (AASHTO, 1993). Los pavimentos de adoquines han estado presentes en la ingeniería de pavimentos desde el período del Imperio romano. Pero no es sino hasta el decenio de los 70's en donde empieza a masificarse el uso de adoquines de concreto en aparcamientos, calzadas vehiculares, viandantes y espacios públicos revela (Rivas, 2011, p. 2).

En los puertos del mundo nacen nuevas formas de pavimentación. Alrededor de 1880 desembarcó en el Callao el primer cargamento de adoquines. Fueron empleados en la pavimentación de algunas calles aledañas al puerto.

Las reiteradas fallas estructurales en los pavimentos existentes en el patio de contenedores del puerto del Callao, ocasionan pérdida de tiempo y dinero.

- Al operador del puerto debido a que no pueden ingresar más contenedores al patio.
- Al barco que traslada los contenedores pues deberá quedarse más tiempo en el muelle.

Actualmente en el Perú no existe un reglamento o norma para el diseño de pavimentos portuarios, lo que fuerza al profesional peruano a basar su diseño y/o cálculos en normatividad extranjera. El diseño es totalmente diferente respecto a un pavimento de carreteras o urbano, debido a que el pavimento portuario resiste cargas dinámicas y estáticas. Estas cargas, generalmente, no estarán sobre un suelo natural, sino sobre rellenos que pudieron ser controlados o no, así como factores adversos como presencia de nivel freático, factores climáticos y otros.

Para el boceto de pavimentos portuarios generalmente se emplea la Norma Británica de Pavimentos (BPA - British Ports Association) y las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM) de España, donde se definen los tipos de vehículos, sus cargas, el número de pasadas, categorías de tráfico, CBR de la subrasante, grosor de la subbase, cargas estáticas y dinámicas, frenado, dimensionamiento, etc.

Esta investigación busca tener conocimientos de las causas que intervienen en el boceto de un pavimento portuario, es decir:

- Garantizar con la mayor seguridad el tiempo de vida de un pavimento portuario,
- Reducir tiempo y costos de reparación o mantenimiento.
- Evitar el cierre de circulación en un puerto, ocasionado por el deterioro del pavimento.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes Internacionales.

Ramírez (2012) en la tesis denominada **Método de diseño para pavimentos en terminales portuarias**, fijó como propósito determinar una metodología para el diseño de pavimentos portuarios, en especial, en áreas verdes de almacenamiento y operación de carga contenerizada. El método utilizado fue el hipotético deductivo, el tipo de investigación fue básica de enfoque cuantitativo; de diseño no experimental: transversal La población estuvo formada por 160. Su primordial propósito fue valorar el régimen de diseño de pavimentos en terminales portuarios. Teniendo como corolario las consecuentes soluciones:

- “Generalmente, los métodos de diseño comunes son los de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) para vías terrestres y los de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para terminales aéreas; sin embargo, no existe una metodología adecuada para el diseño de terminales portuarias que tome en cuenta el tipo de equipo (grúas y cargadores) y el daño que producen en una estructura de pavimento.”
- “La estructura de pavimento de adoquín, en comparación con la estructura de concreto, es una opción más factible, ya que presenta un desempeño similar ante las solicitudes de carga y además presenta ventajas económicas, constructivas y de control de calidad.”
- “Con la metodología seguida, los grosores que se obtienen en la distribución del pavimento son de magnitud robusta debido a las solicitudes actuantes; sin embargo, es necesario rigidizar y robustecer la estructura para permitir una distribución de esfuerzos tal que no sea perjudicial para la capa subrasante. Las gráficas de diseño obtenidas como resultado permiten conocer una lectura de espesor de la estructura contra el número de pasadas; de esta manera es posible determinar el espesor de la

estructura con solo conocer el tránsito esperado del equipo en análisis en determinada cantidad de años.”

(Rivas, 2011) en su investigación sobre **Diseño de pavimentos portuarios de adoquines y su aplicación al puerto San Vicente SVTI**. (Tesis para el grado de Ingeniero Civil), fijó como propósito establecer la relación entre el diseño de pavimentos portuarios de adoquines y su aplicación al puerto San Vicente SVTI. El método utilizado fue el hipotético deductivo, el tipo de investigación fue básica de enfoque cuantitativo; de diseño no experimental: transversal La población estuvo desarrollada por 200. Su principal proposito fue evaluar la metodología de boceto de pavimentos portuarios en el Puerto San Vicente (SVTI) y las implicancias de las cargas y condiciones del terreno que lo afectan. Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- “Se debe tener un conocimiento verdadero de la maquinaria que transita el pavimento a diseñar, al igual que su comportamiento dinámico, pues estas variables condicionan de sobre manera el diseño”.
- “La variable del número de pasadas es de vital importancia, pues con él se tendrá la vida productiva del proyecto, este valor es de difícil obtención, pues requiere de un estudio estadístico por parte del puerto sobre la utilización de sus distintas zonas, esto fue lo más complicado de obtener en el estudio, lo cual se llegó a recurrir a estimaciones informales del régimen de tránsito”
- “Las cargas portuarias en un diseño de pavimentos de adoquines, no se pueden modelar como cargas estáticas en zonas donde existe maquinaria en movimiento, pues se ve que un modelo estático puede arrojar resultados menores a un modelo con consideraciones dinámicas”

(Lozano & Otros, 2017) en su investigación sobre Análisis de las cargas que van a actuar sobre la estructura del pavimento de un patio de contenedores ubicado en el puerto marítimo de Guayaquil (Tesis para el grado de Ingeniero Civil) Guayaquil, Ecuador, planteó como objetivo revisar las distintas normas existentes para el diseño de pavimento (MTOP, AASHTO, ROM, BPA). El método empleado fue el hipotético deductivo, el tipo de investigación fue básica de enfoque cuantitativo; de diseño no experimental: transversal la población estuvo formada por 55. Su principal objetivo fue obtener las cargas efectivas que van a actuar sobre la estructura del pavimento de un patio de contenedores ubicado en

el Puerto Marítimo de la ciudad de Guayaquil, para conseguir un funcionamiento eficiente del mismo. Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- “Las cargas efectivas que se analizaron fueron mediante las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM)”.
- “Para el diseño de pavimento articulado se utilizó las cargas del equipo Reach Stacker ya que éste se movilizará por las zonas de maniobra, almacenamiento y ejerce más daño sobre el pavimento, así como para el pavimento rígido, se analizará las cargas efectivas de la grúa RTG”.
- “Las normas que mejor se aplican para el cálculo de grosores de las capas del pavimento para el patio de contenedores son las del British Ports Association (BPA), porque trabajan con cargas muy altas como las aplicadas en este proyecto”.

1.2.2 Internacionales Nacionales

(Salinas Vargas, 2011) en su investigación sobre **Diseño del pavimento para el nuevo patio de almacenamiento de contenedores del terminal portuario de Salaverry** (Tesis para el grado de Ingeniero Civil), fijó como propósito brindar un servicio de manipulación de contenedores destinados a la exportación e importación y establecer las áreas de almacenamiento de los contenedores de tal manera que se reduzcan los costos de operación del terminal portuario de Salaverry. El método utilizado fue el hipotético deductivo, el tipo de investigación fue básica de enfoque cuantitativo; de diseño no experimental: transversal. La población estuvo formada por 100. Su principal objetivo fue definir cuál es el pavimento a usar en el patio de acopio de contenedores del terminal portuario de Salaverry. Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- “Se escogió utilizar para la maniobra de los contenedores con carga, el equipo tipo cargador frontal (Stacker) en lugar de utilizar grúa pórtico de patio (RTG), a pesar de que este equipo requiere mayor área (7,000 m², según análisis) puesto que es de menor costo, de inmediata adquisición e instalación y fácil mantenimiento, generándose un ahorro de 1’800,000 dólares americanos”.
- “Este proyecto es de impacto ambiental moderado, por ser compatible con el desarrollo de la zona, sin afectar ni destruir el ecosistema”.

- “Es un proyecto de servicios que genera sus propios recursos por la utilización de los espacios de almacenaje y manipuleo de mercancías, lo que hace que el proyecto sea autosostenible y, además, genera un incremento sustancial de los recaudos fiscales y municipales por el mayor ingreso y tránsito de mercancías”.

(Legoas & otros, 2007) en su investigación sobre Incidencia de un suelo (área ganada al mar), en el diseño de un pavimento portuario. (Tesis para el grado de Ingeniero Civil) , fijó como proposito establecer la incidencia de un suelo en el diseño de un pavimento portuario. El método utilizado fue el hipotético deductivo, el tipo de investigación fue básica de enfoque cuantitativo; de diseño no experimental: transversal. La población estuvo formada por 120. Su principal objetivo estudiar y analizar el suelo en el diseño de un pavimento portuario. Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- “Las losas de concreto existentes tienen un envejecimiento de más de 35 años, habiendo sido bosquejadas para sobrellevar tráfico de cargas del tipo mediano y el acopio de carga frecuente, mas no para acopio de contenedores y el manejo de unidades pesadas”.
- “Para los fines de un mejor comportamiento y durabilidad de un pavimento a edificarse sobre un relleno ganado al mar y subordinado a dominantes cargas, se hace ineludible esbozar un pavimento de clase “articulado”, que facilite su pronto mantenimiento y rehabilitación”.
- “El ensayo de Densidad Húmeda (Proctor Modificado) tiene como resultados un O.C.H. y una M.D.S. promedio de 1.75 ton/m³. Asimismo el C.B.R. del material de relleno muestra un valor de soporte promedio de 19.03%”.

(Ochoa, 2006) en su investigación sobre Pavimentación con adoquines hexagonales de concreto para tráfico de carga pesada. (Tesis para el grado de Ingeniero Civil) fijó como proposito establecer la pavimentación con adoquines hexagonales de concreto para el tráfico de carga pesada. El método utilizado fue el hipotético deductivo, el tipo de investigación fue básica de enfoque cuantitativo; de diseño no experimental: transversal. La población estuvo formada por 111. Su primordial intención fue concretar las particularidades de la pavimentación con adoquines hexagonales. Teniendo como resultado las siguientes soluciones:

- “Las técnicas actuales de modelamiento numérico permiten ver que los adoquines tienen un buen comportamiento estructural, sujeto a cargas pesadas, de tal modo que su uso es viable en estaciones de descarga de trenes, de aviones y de puertos. En general su comportamiento es satisfactorio frente a sistemas de cargas pesadas y sometidos a cargas ambientales extremas”.
- “La actual tendencia de control de costos de los adoquines, nos indican que para tráfico pesado los adoquines tienen su mayor performance, en cuanto a criterio económico se refiere. De este modo se potencia su uso en sistemas de carga pesada. Estudios posteriores confirmaron que los adoquines son una solución económicamente rentable”.
- “El uso de los adoquines es una de las formas de pavimentación más viables en cuanto al mantenimiento se refiere, ya que permite el mantenimiento y el reemplazo focalizado de las áreas afectadas, no comprometiendo otras áreas del pavimento”.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Diseño de Pavimentos portuarios con adoquines

Los pavimentos son distribuciones combinadas por mantas de distintos materiales, que se cimientan sobre terreno natural, para que los individuos, animales o vehículos puedan trasladarse sobre ellos, en cualquier lapso del año, de manera segura, grata y económica (Rivas, 2011, p. 3).

En los pavimentos de adoquines de hormigón su manta de rodadura está constituida por adoquines de hormigón, puestos sobre una capa de arena y con un cuño de arena entre sus juntas. De la misma forma que los pavimentos de asfalto, pueden tener una base, o una base con una subbase, que pueden tener grosores sutilmente menores que los empleados para los pavimentos de asfalto. También se consideran pavimentos dúctiles y son del color gris claro del hormigón (Armijos, 2011, p. 12).

Los pavimentos de adoquines se componen de divergentes mantas al igual que los pavimentos rígidos y dúctiles. El vital contraste con estos últimos reside en la estructura de la carpeta de rodadura, que está estructurada por adoquines interrogados, que proponen al pavimento un comportamiento estructural semiflexible.

De este modo, los pavimentos de adoquines están conformados por una manta de adoquines, arena de juntas, una cama de arena, base y subbase. Tienen también un borde de confinamiento que favorece al desarrollo del mecanismo de trabazón mecánica.

Capacidad de Resistencia

La resistencia es una disciplina de la ingeniería mecánica y la ingeniería estructural que estudia los sólidos alterables mediante patrones simplificados. La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, obtener deformaciones inquebrantables o estropearse de algún manera. (Salazar, 2015, p. 32).

Los métodos de diseño de pavimentos por lo general emplean la resistencia y dureza de la subrasante como factores de entrada. Estos parámetros tienen como objetivo proveer a la estructura la resistencia necesaria para proteger la subrasante. En síntesis, las estructuras de pavimento que tienen un gran espesor son construidas para compensar la capacidad de soporte deficiente de la subrasante. Este espesor requerido generalmente es alcanzado mediante la construcción de mantas elegidas de explanada (Fano y Chávez, 2017, p.26).

Capacidad de Soporte de la Subrasante

La prueba de “Ratio de Soporte de California” o “California Bearing Ratio” (CBR) es un test de penetración, en la que un pistón estándar, que tiene una superficie de 3 pulgadas cuadradas se emplea para penetrar el suelo a una tasa estándar de 0 a 0,05 pulgadas por minuto. Se relaciona la perforación de la Roca con la Fuerza aplicada para obtener los ratios de campo.

Es el puntal natural, acondicionado y comprimido, en el cual se puede edificar un pavimento. Por lo tanto, se debe tener mucha atención con la expansión de suelos (Robles y Sánchez, 2015, p. 28).

La subrasante o material natural se encarga de soportar toda la distribución de pavimento, la cual puede estar compuesta por material in-situ, si se trata de una situación de corte, o de componente importado a la obra, si se trata de una condición de relleno. Dichas fuerzas tienen que ser imperceptibles hasta que alcancen una dimensión tal que

pueda ser permitida por la subrasante, para impedir la deformación permanente de la misma (Fano y Chávez, 2017, p.25).

Capacidad estructural de Rodadura

La superficie es conocida como la interfaz del pavimento con el tráfico y el medioambiente. Esta tiene como función resguardar la distribución de pavimento de ambos impactos demoledores, con el objetivo de proveer con durabilidad e impermeabilidad al pavimento (Fano & otros, 2017, p.22).

La manta de rodadura de asfalto o de concreto influye directamente en los vehículos que circulan por ella, en consecuencia, es importante diseñar para proporcionar confort y seguridad a los usuarios, puesto que la capa de rodadura tiene como función resistir el peso del tráfico y provee una superficie adecuada para vehículos (Campos, 2008, p. 10).

1.3.2 Durabilidad del Patio de Contenedores

En la disposición de que tanto puede suspender, un pavimento sus particularidades originales cuando es mostrado a procedimientos normales de debilitar y envejecimiento. Sin embargo, existen experimentos frecuentes para calcular su durabilidad, estas son los experimentos de lámina delgada en horno y la prueba de lámina en horno rotatorio, ambas incluyen el calentamiento de la lámina delgada de la superficie de rodadura (Becerril y Miranda, 2016, p.69).

Tensiones Permanentes

Acopio de contenedores y tránsito de cargas pesadas

- Según (Rivas, 2011) indica en el ítem 2.4.1.1 Cargas Portuarias: Los pavimentos en áreas de almacenamiento en los puertos y también en algunas industrias están sometidos a cargas concentradas de gran magnitud, con pesos por eje superiores a las 14 toneladas, (p. 11).
- establece en el ítem 2.4.2.5 Valores de cargas por Apilamiento de Contenedores: Usualmente los contenedores en zonas portuarias se apilan uno sobre el otro, para así reducir espacio superficial. Este apilamiento de contenedores está condicionado a

variables propias del puerto en operación, estos son el viento, sismo y capacidad de la maquinaria disponible, (p. 19).

Espesor de la Base Granular - Numero de pasadas

El espesor de la capa de subbase granular para el caso de pavimentos industriales, pavimentos normales y pavimentos portuarios se puede obtener de diversas tablas. Para ello se deberá conocer el número de pasadas, la cual tiene directa relación con la vida productiva del proyecto y la capacidad de soporte de la subbase, para así obtener finalmente el espesor adecuado (Rivas, 2011, p. 12).

Deformaciones - Tensiones de Corte

(Rivas, 2011) establece en el ítem 2.4.1.2 Subrasante: El origen primordial de fallas en los pavimentos de adoquines son las distorsiones originadas por las resistencias de corte que se originan al paso de los coches. Desde este punto de vista, la correcta determinación de la resistencia del terreno es casi más importante que el diseño mismo de los espesores de pavimento, (p. 11).

1.3.3 Tipos de Pavimentos

Para el uso de pavimentos en un puerto, se recomienda el uso de pavimento semiflexible o adoquinado, debido a su alta relación entre resistencia y deformación. Asimismo, el uso del pavimento articulado (adoquines), permitirá a la estructura conservar su rigidez y evitar fallas.

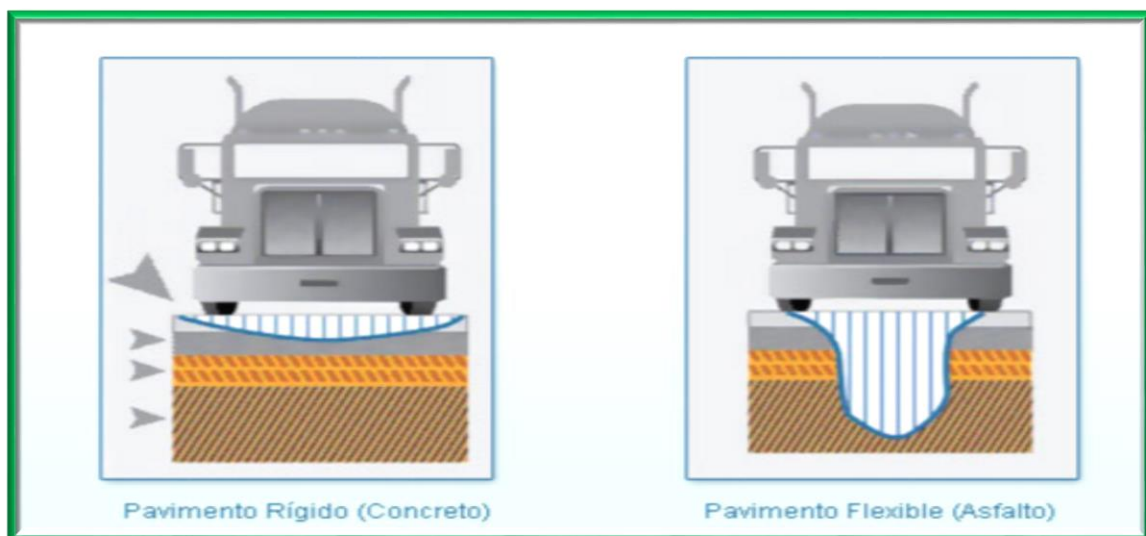


Figura 1. Tipos de Pavimentos.

Pavimento Flexible

Los pavimentos flexibles se mencionan a los que la estructura total del pavimento se defleca o flexiona, un pavimento flexible se adapta a las cargas. Si bien algunas capas superficiales bituminosas, producen algún “efecto de losa”, este es muy pequeño, debido al bajo límite de fluencia de los materiales, que al fin fallan por traslado en sus fibras inferiores, aun bajo el efecto de cargas livianas, en particular si estas son estáticas y de acción prolongada. Pero se ha comprobado que son las cargas pesadas las que producen el deterioro de los pavimentos. Bajo la acción de estas cargas, el “efecto de losa” desaparece y el material bituminoso pasa a ser considerado como material homogéneo. Por este motivo, para los pavimentos flexibles se pueden emplear las proposiciones clásicas de colocación de presiones de los suelos. De ellas se concluye que el valor de las presiones en un punto dado dentro de un terreno uniforme guarda relación con el grosor de la calzada arriba de dicho punto y no de la calidad de las mantas que forman el pavimento.

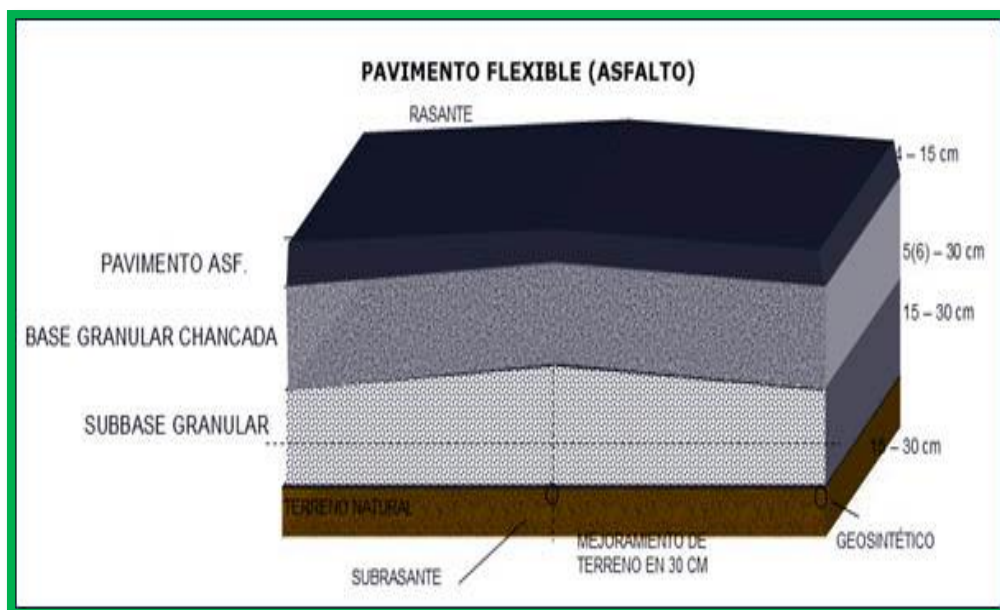


Figura 2. Pavimento Flexible (Asfalto).

Ventajas y desventajas

Ventaja:

Bajo costo de construcción.

Desventajas:

- La rigidez o resistencia de un material bituminoso se contrae a medida que se incrementa la temperatura.
- La dureza de una mixtura bituminosa reduce a medida que desarrolla el tiempo de carga, es decir, cuanto menor sea la velocidad del vehículo, más baja es la rigidez.
- La contaminación del aceite superficial diluye paulatinamente el aglutinante bituminoso, mostrándolo más al deterioro y a su acometida por la helada o climas fríos.
- Bajo tiempo de vida, mantenimiento firme.

Pavimento Rígido

Los pavimentos típicamente rigurosos, son los de concreto. Estos pavimentos se diferencian mucho de los de tipo flexible. Los pavimentos de concreto reciben la carga de los vehículos y la dosifican a un área de la sub-rasante. La losa por su alta dureza y alto módulo flexible, tiene un comportamiento de unidad estructural de viga. Los estatutos que manejan la transmisión de las presiones ejercidas por carga ligeras a través de suelos parecidos, se concuerdan suficiente con las teorías de Boussinesq y de Froehlich. La primera supone un módulo de deformación E constante en las mantas que acceden la calle y el terreno de institución. El segundo consiente la presencia de mantas con patrones de elasticidad distintas, esencialmente en las mantas principales, donde este costo suele ser varias decenas de veces más superior que en la propiedad.

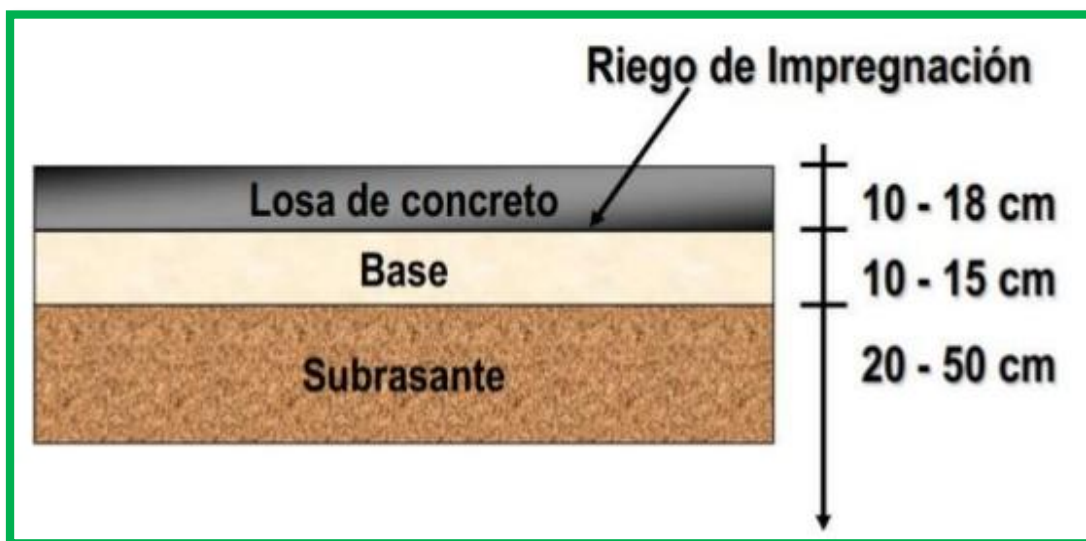


Figura 3. Pavimento Rígido.

Ventajas y desventajas

Ventaja:

No se utiliza en la actualidad este tipo de pavimento.

Desventajas:

- Debe tenerse en cuenta de alguna forma la dilatación térmica y la forma de cimentación.
- Hace falta una gran firmeza del concreto, por lo menos de 30 N/mm², (305.92Kg/cm²) para comprimir el cuarteado y los daños producidos por impactos.
- El reparo de las losas de concreto destrozadas o alteradas es desmesuradamente arduo.
- La recuperación de la zona, el excavado de zanjas para cables o el acceso a los servicios subterráneos son también muy arduas y costosos.

Pavimento Semiflexible o Adoquinado

Los pavimentos de adoquines no pueden suponerse rigurosos, pues si bien se promueven momentos de flexión locales en la extensión de cada adoquín, estos se invalidan en la junta con el adoquín contiguo. Sin embargo, los adoquines no funcionan libremente. Existe una transferencia de energías a los adoquines adyacentes por esfuerzo de corte. Este existiría en la medida que no sobresalga en dimensión al esfuerzo de fricción generado entre las paredes de los adoquines por la arena enérgicamente apretada entre ellas.

En un análisis efectuado por el profesor J. Knapton, concluyo que la distribución de presiones a través de distintos elementos que conforman el pavimento flexible, se distribuye en las diferentes capas que conforman a este.

Por ende los pavimentos de adoquines no son considerados rígidos ni tampoco flexibles, pues poseen una mezcla de efectos de los dos.

El uso de adoquines de concreto ha tenido un crecimiento explosivo en los últimos 30 años en el mundo y Perú no ha estado fuera de esta tendencia.

Las claras ventajas que representa el uso de adoquines han favorecido su utilización en múltiples obras.

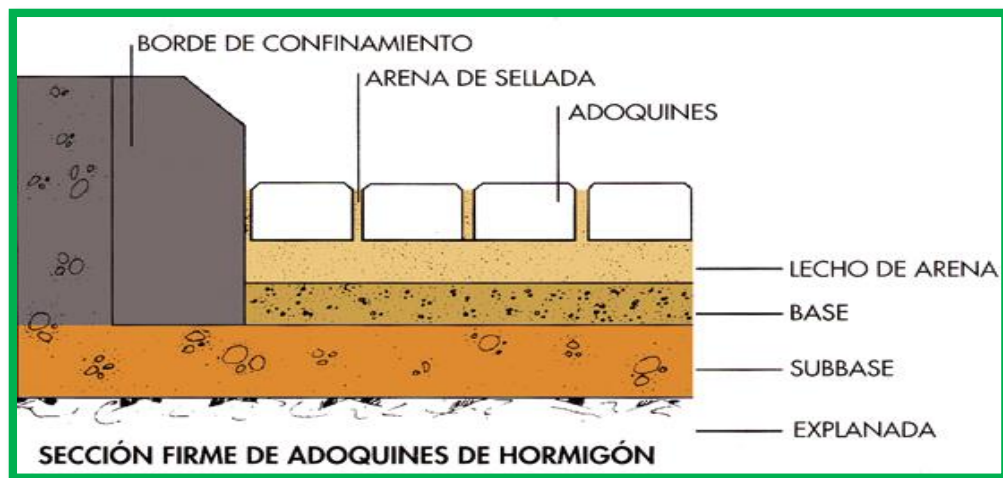


Figura 4. Pavimento Semiflexible o Adoquinado.

Ventajas:

- Tiene un área muy rígida y perdurable y ostentan al mismo período la elasticidad particularidad de la construcción de asfalto.
- Los diferentes componentes son minúsculas y siempre que tengan el grosor adecuado, no se originan resquebrajaduras por transporte.
- Como la estructura esta ya “partida” la extensión puede confrontar una amplia deformación sin daños. Al mismo tiempo en los casos de asentamiento se puede levantar y volver a situar los adoquines en poco tiempo.
- Una vez que los adoquines se han acoplado con arena, la firmeza de la capa superficial es alta.

3.3.4 Pavimentos portuarios

El diseño de un pavimento portuario es totalmente diferente, con respecto a un pavimento de carretera o urbano, debido a que el pavimento portuario resiste cargas dinámicas y estáticas. Además estas cargas en su mayoría no están sobre un suelo natural, sino sobre rellenos que pudieron ser controlados o no, así como factores adversos dependiendo de la ubicación del proyecto como presencia de nivel freático, factores climáticos y otros.



Figura 5. Pavimento Portuario.

3.3.5 Métodos de Diseño

Se consideran dos métodos de diseño para este trabajo de investigación:

- Método BPA (British Port Association)
- Metodología Española Norma ROM 4.1 - 94

Método BPA (British Port Association)

Se tiene en cuenta el equipo en selección para el Método BPA.



Figura 6. Equipo Reach Stacker.

Gráfico de distancia entre ejes y pesos utilizados en los cálculos de carga en la rueda del aplicador de alcance

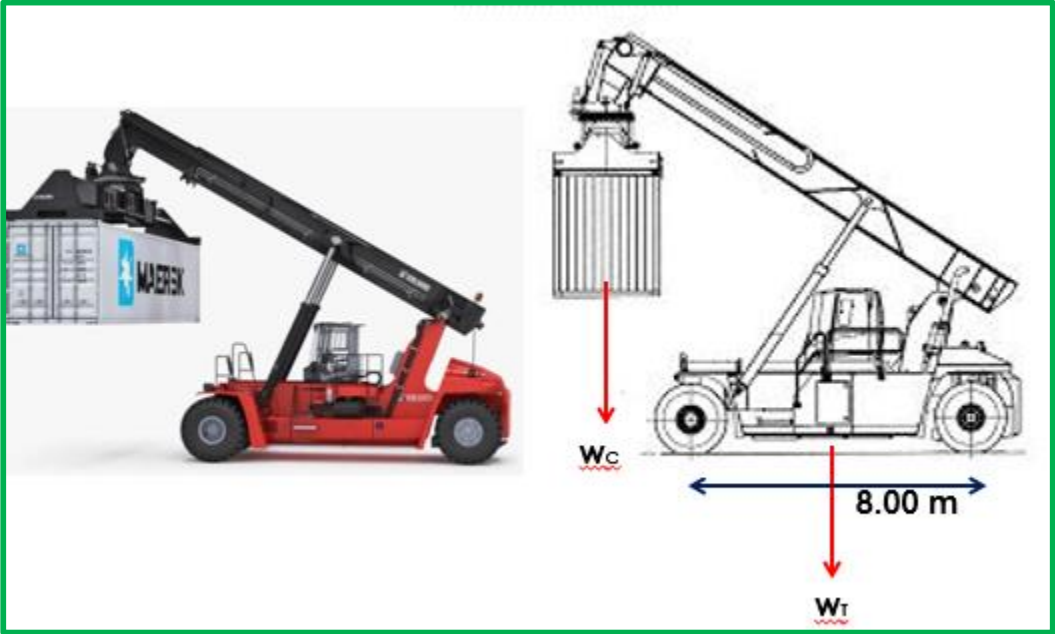


Figura 7. Distancia entre el eje y peso.

Transformación del espesor de Suelo-Cemento tipo C8/10 en el espesor del material a utilizar en el diseño

Material Grouping	Preferred Pavement Base Construction Material		Material Equivalence Factor (MEF)
Concrete	C8/10	to BS8500-1	1.00
	C12/15	to BS 8500-1	0.87
	C16/20	to BS 8500-1	0.79
	C20/25	to BS 8500-1	0.74
	C25/30	to BS 8500-1	0.65
	C25/30	to BS 8500-1 including 20kg/m ³ steel fibre	0.60
	C25/30	to BS 8500-1 including 30kg/m ³ steel fibre	0.55
	C25/30	to BS 8500-1 including 40kg/m ³ steel fibre	0.50
	C28/35	to BS 8500-1	0.62
	C32/40	to BS 8500-1	0.60
	C32/40	to BS 8500-1 including 20kg/m ³ steel fibre	0.55
	C32/40	to BS 8500-1 including 30kg/m ³ steel fibre	0.50
	C32/40	to BS 8500-1 including 40kg/m ³ steel fibre	0.45
	C35/45	to BS 8500-1	0.58

Fuente: Manual "The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and other Industries"

C_{32/40} : Concreto con fibra de acero cuya resistencia a la compresión es de 32N/mm² en probetas cilíndricas (D=15cm, h=30cm), y resistencia a la compresión de 40N/mm² en probetas cúbicas (L=15cm)

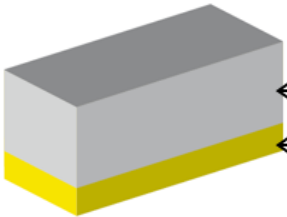
A) PAVIMENTOS RÍGIDOS

Seleccionamos el Tipo de concreto y obtenemos el Factor de Equivalencia de Material (MEF):

EJEMPLO: **C_{32/40}** → **MEF = 0.50**



Espesor de Losa = 0.50 x E_c



0.15cm
Sub-Base Granular

Tener en cuenta: 1N/mm² = 10.19 Kg/cm²

Figura 8. a) Pavimentos rígidos

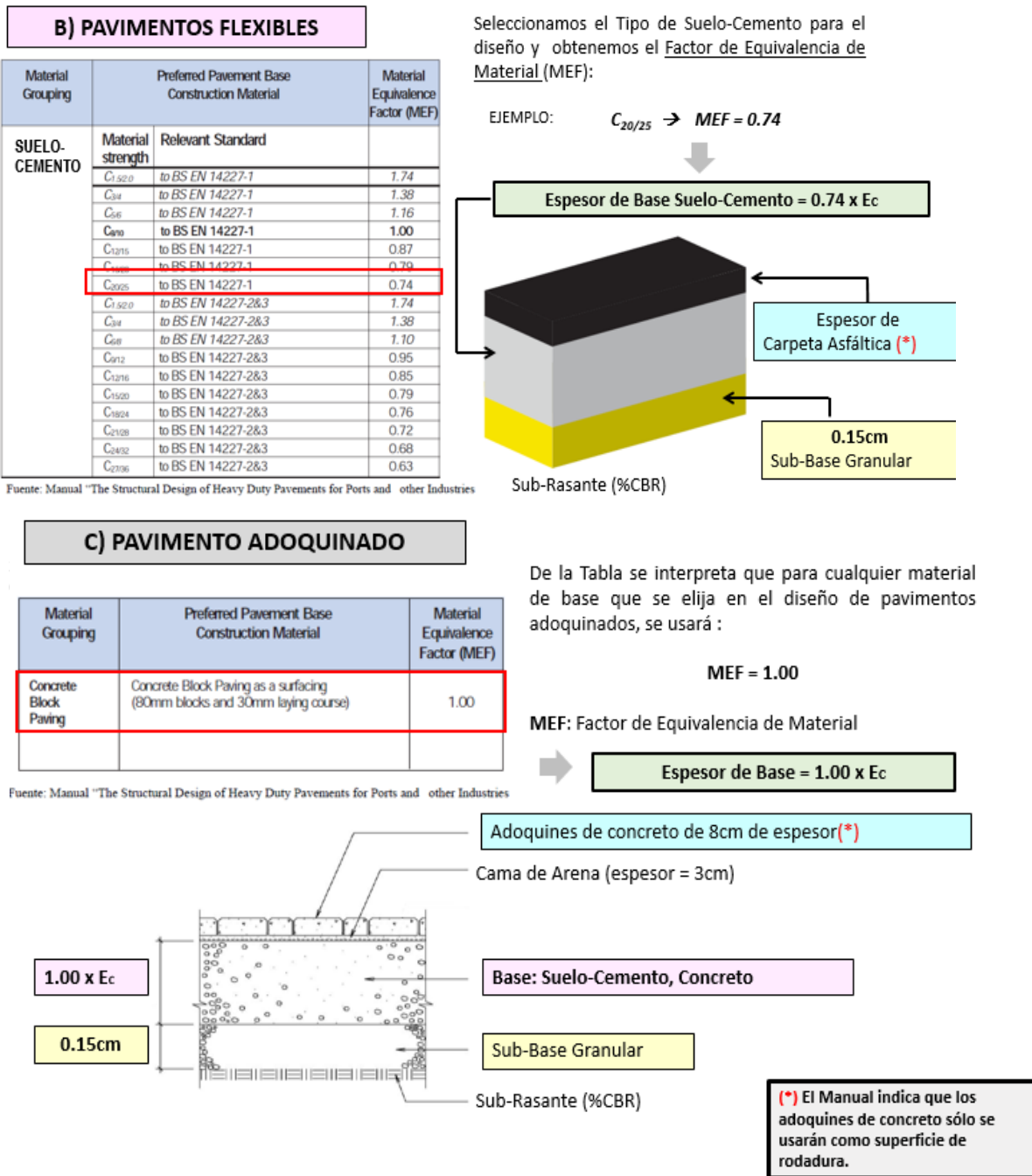


Figura 10. c) Pavimentos adoquinados

Método Español Norma ROM 4.1 – 94

Esta metodología se realiza de la siguiente manera:

- **Definición de las cargas en la zona a analizar**

Para nuestro caso de diseño, se analizarán los cargamentos en zonas de acopio de contenedores. Estas cargas se comunican a la capa de rodadura por componentes de apoyo de 0,178 x 0,162 m² ubicados en las salientes, los cuales sobresalen de su cara mínima 0,0125 m y son utilizados para incomunicar del suelo la mercancía y proveer su manejo.

El elemento de medida en el transporte de los contenedores es el TEU (Transport Equivalent Unit) o contenedor semejante de 20 pies de extensión. Los más usuales hoy son los que miden 20 pies (1 TEU) y 40 pies (2 TEU).

- **Verificación de las cargas de los equipos de manipulación**

Son las cargas de naturaleza variable transferidas al pavimento por los métodos y equipos de manejo de mercancías, materiales o suministros.

El proyectista debe instalar de todos los datos relativos a los equipos concretos de manipulación que van a maniobrar en la franja, los cuales deben ser proveídos por los constructores de dichos dispositivos.

- **Categoría de tráfico**

Se puntualizan cuatro niveles de tráfico según la carga de cálculo y la energía de empleo de la superficie apreciada.

- Tráfico muy pesado : A
- Tráfico pesado : B
- Tráfico medio : C
- Tráfico ligero : D

Estos niveles de tráfico son legales para todas las superficies, exceptuado para los viales de acceso y las zonas adicionales de circulación.

- **Definición de relleno y explanadas**

Rellenos

Se subdividen en dos categorías:

A. Rellenos hidráulicos:

- Son los rellenos alcanzados mediante un proceso de sedimento de átomos sólidos contenidos en un efluente que emana de un dragado.
- Los rellenos hidráulicos son los que posiblemente presentan más a menudo la mejor correspondencia calidad/precio.

B. Rellenos de vertido directo:

- Esta denominación se refiere a la forma de ejecutar el relleno. El volcado se realiza mediante mallas o desde tierra. Con estos sistemas el relleno puede lograr a tener un contenido de selectos muy significativo.

Explanadas

La explanada se delimita como la superficie por la cual se apoya la estructura del pavimento. La propiedad de la explanada, en cuanto a su capacidad de puntal, depende en gran medida de los materiales utilizados, del grado de compactación y del grado de consolidación.

Categorías de las explanadas

- **Rellenos malos no consolidados (MNC)**, Repletos hidráulicos con alto contenido de finos ($> 35\%$).
- **Rellenos malos consolidados (MC)**, sometidos a alguno de los procedimientos de fortalecimiento.

- **Rellenos regulares no consolidados (RNC)**, Rellenos hidráulicos con contenido de finos entre el 10 y el 35 % o rellenos no convencionales de vertido directo, no sometidos a ningún tratamiento de consolidación.
- **Rellenos regulares consolidados (RC)**, sometidos a alguno de los tratamientos de consolidación.
- **Rellenos buenos no consolidados (BNC)**, Rellenos hidráulicos con bajo contenido de finos (< 10%) o rellenos de vertido directo con materiales terrestres, no sometidos a ningún tratamiento de consolidación.
- **Rellenos buenos consolidados (BC)**, sometidos a alguno de los tratamientos de consolidación.
- **Dimensionamiento de la estructura del pavimento: Base y Sub-base**

De acuerdo al catálogo de la Norma ROM, las dimensiones de las capas inferiores estarán determinadas de acuerdo al material tanto de Base como de Sub-base a usar, pudiendo ser:

- Áridos no triturados procedentes de graveras o depósitos naturales(Zahorra natural).
- Materiales procedentes de la trituración de piedra de cantera o grava natural (Zahorra artificial).
- **Dimensionamiento de la estructura del pavimento: Capa de rodadura**

El dimensionamiento de la capa de rodadura será definido de acuerdo al material a usar para el mismo, teniendo en cuenta el uso que tendrá dicha superficie. En nuestro caso, evaluaremos estas dimensiones para la **zona de almacenamiento de contenedores**:

- Pavimento de concreto vibrado HP 40.
- Pavimento de concreto compactado con rodillo.
- Pavimento de concreto armado.
- Pavimento de concreto armado con fibras de acero.
- Adoquines prefabricados de concreto.

- Tipología general de secciones estructurales para pavimentos portuarios recomendadas en la norma ROM

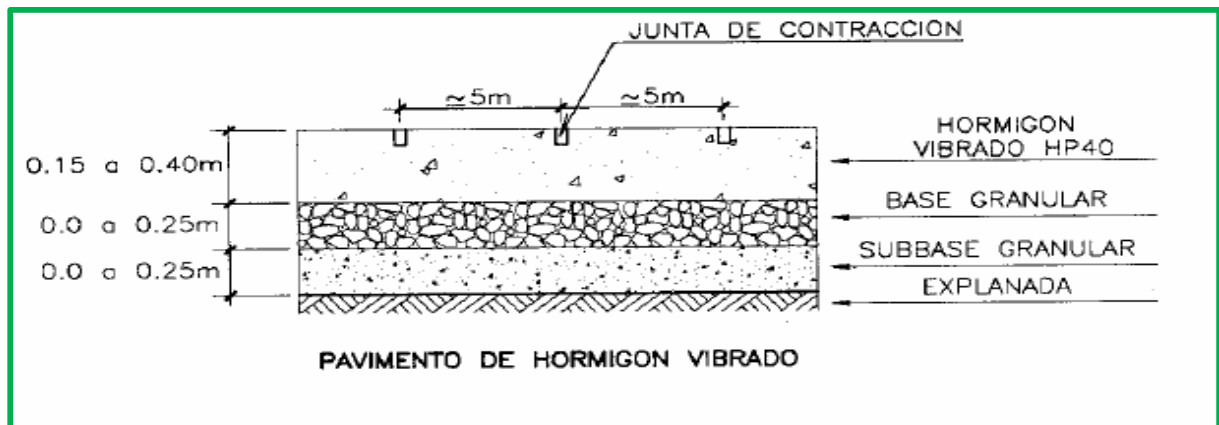


Figura 11. Pavimento de concreto vibrado.

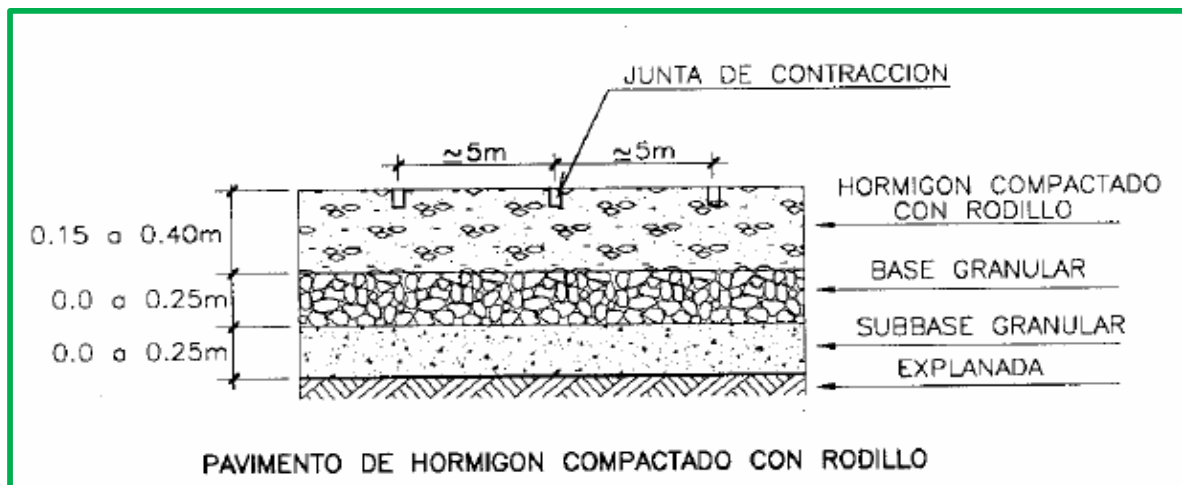


Figura 12. Pavimento de concreto compactado con rodillo.

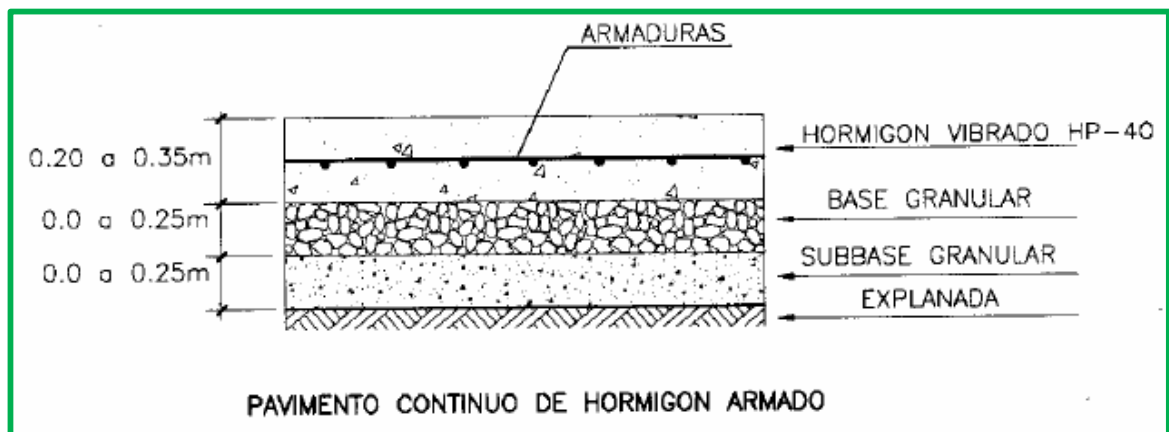


Figura 13. Pavimento continuo de concreto armado.

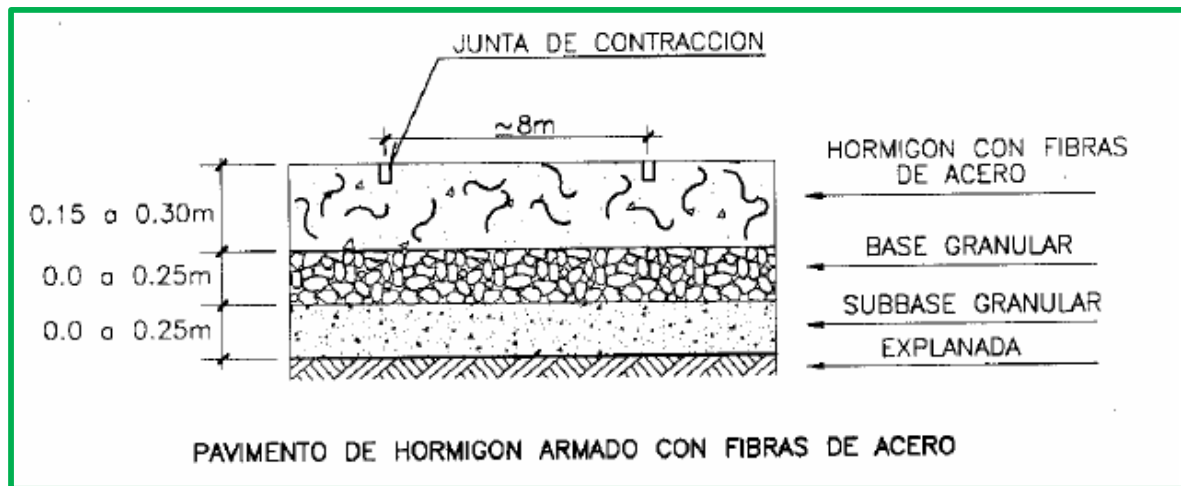


Figura 14. Pavimento de concreto armado con fibras de acero.

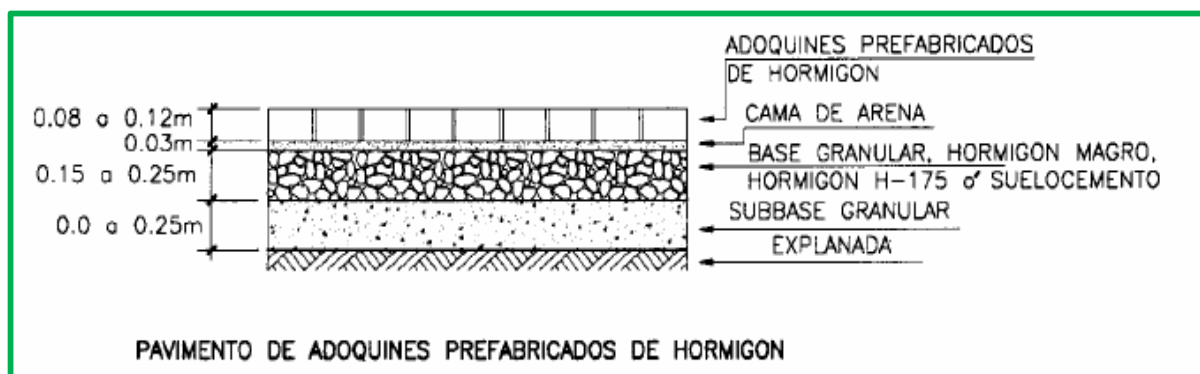


Figura 15. Pavimento de adoquines prefabricados de concreto.

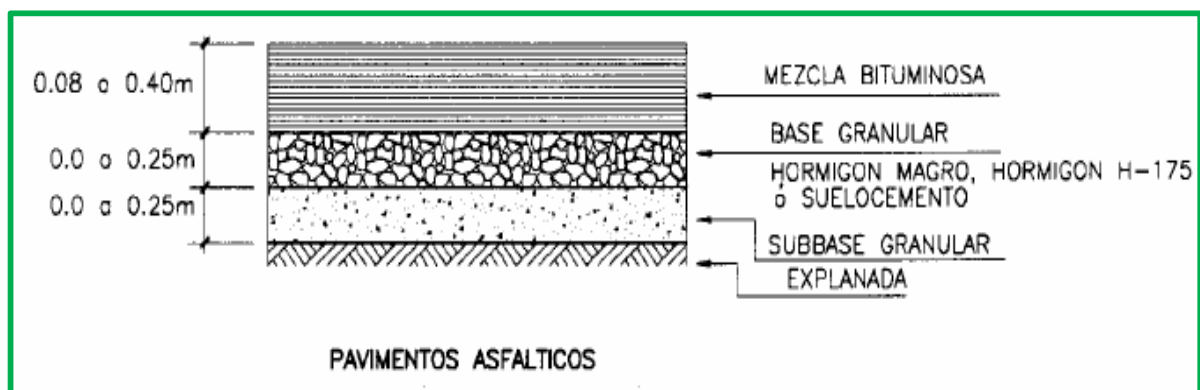


Figura 16. Pavimento asfáltico.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿De qué manera el Diseño de Pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018?

Problemas específicos

¿De qué manera el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide en las tensiones permanentes del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018?

¿De qué manera el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide en el espesor de la base granular del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018?

¿De qué manera el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide las deformaciones del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018?

1.5 Justificación del estudio

La presente justificación se reforzará con los estudios realizados por otros investigadores del tema, para poder realizar un adecuado diseño de pavimentos portuarios usando el adoquín, A continuación se justificará la investigación con los siguientes puntos:

Teórico: El presente estudio se justifica porque permite conocer la relación de Diseño de Pavimentos con Adoquines para la durabilidad del Patio de Contenedores del Puerto del Callao, 2018; logrando describir y determinar el diseño de pavimentos adoquinados.

Este trabajo beneficiará la resistencia del patio de contenedores, atendiendo de esta manera la constante necesidad que existe en mejorar la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao.

Práctico: El presente estudio servirá como antecedente para estudiantes, ingenieros y empresarios que deseen incursionar en el área de la construcción de pavimentos

portuarios, puesto que en el desarrollo de la misma se desprenderá toda la información necesaria para afrontar un trabajo de esta naturaleza y envergadura.

Metodológico: Metodológicamente la importancia de la presente investigación, es por el hecho que nos permite conocer el cómo hacer para alcanzar que los resultados evidencien que tanto el objetivo general así como los objetivos específicos se cumplan; solo así la investigación tendrá la relevancia científica tal cual es el propósito de la presente investigación.

Sociedad: Los beneficiados a futuro serían las empresas que administran los puertos (operadores), ya que reducirían notablemente los retrasos ocasionados por el mantenimiento del área pavimentada y por la rapidez de puesta en operación, condición de operación, durabilidad (podría sobrepasar la vida de diseño del pavimento) y el bajo costo del pavimento adoquinado..

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

El Diseño de Pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

Hipótesis específicas

La capacidad de resistencia incide de modo significativo en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

La capacidad de soporte de la subrasante incide de modo relevante en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

La capacidad estructural de rodadura incide de modo valioso en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar como el diseño de Pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

1.7.2 Objetivos específicos

Determinar como la capacidad de resistencia incide de modo significativo en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

Determinar como la capacidad de soporte de la subrasante incide de modo relevante en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

Determinar como la capacidad estructural de rodadura incide de modo valioso en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

La presente investigación exhibe un enfoque cuantitativo por que usa el acopio de datos para consumir metas, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para implantar modelos de comportamiento y comprobar teorías (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 25). Esta investigación de acuerdo a su diseño **no experimental**.

2.1.1 Métodos de investigación

En enfoques cuantitativos, se establece de lo universal a lo particular de las leyes y teoría a los datos, destinando la lógica deductiva. (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 11). Bajo esta esta consideración el método a emplear es deductivo.

2.1.2 Tipo de investigación

Se describe por el interés en la aplicación de los entendimientos teóricos a concluyente situación concreta y los efectos prácticos que se emanen, por lo que es significativo estar al tanto para utilizar (Sanchez , y otros, 2006 pág. 37) según esta enunciación el tipo de investigación por su naturaleza es **aplicada**.

2.1.3 Nivel de investigación

El interés de la investigación se convoca en revelar por qué acontece un fenómeno y en qué acontecimiento se da éste, o por qué se corresponde entre dos o muchas variables. Indagan las fuentes por las que proceden indiscutibles fenómenos físicos o sociales (Ezequiel, 2011 pág. 44). Conforme a este concepto la investigación es del nivel **explicativo**.

2.1.4 Diseño de investigación

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 149) En tal sentido, la presente investigación siendo relacionado con sus objetivos ha seleccionado el diseño **pre-experimental**.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Identificación de variables

Se tienen las subsiguientes variables de investigación:

V1: Diseño de pavimentos portuarios con adoquines

Los pavimentos de adoquines no pueden considerarse rígidos, pues si bien se producen momentos de flexión locales en la extensión de cada adoquín, estos se cancelan en la junta con el adoquín contiguo. Sin embargo, los adoquines no ejercen de manera autónoma (Rivas, 2011, p. 4).

V2: Durabilidad del patio de contenedores

Es la medida de que tanto puede paralizar un asfalto sus particularidades originales cuando es expuesto a procesos normales de degradación y envejecimiento. Sin embargo, existen pruebas frecuentes para valorar la durabilidad del asfalto, estas son los ensayos de lámina delgada en horno y la prueba de lámina en horno rotatorio, ambas circunscriben el calentamiento de la lámina delgada de asfalto” Becerril y Miranda (2016, p.69).

2.2.2 Operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES	Los pavimentos de adoquines no pueden considerarse rígidos, pues si bien se producen momentos de flexión locales en la extensión de cada adoquín, estos se anulan en la junta con el adoquín vecino. Sin embargo, los adoquines no actúan independientes (Rivas, 2011, p. 4).	El Diseño de Pavimentos con Adoquines mejora el Patio de Contenedores del Puerto del Callao, esta afirmación se comprobará a través de la ficha observacional, cálculos y ensayos, con sus respectivos indicadores en sus tres dimensiones: capacidad de resistencia, capacidad de soporte de la subrasante, capacidad estructural de rodadura.	Capacidad de resistencia	Cargas Estáticas. Cargas Dinámicas.	Ficha de Registro de datos
			Capacidad de soporte de la subrasante	Análisis Granulométrico. Contenido de Humedad. Índice CBR.	Análisis por tamizado, Secado al Horno Pistón Circular
			Capacidad estructural de rodadura	Transmisión de esfuerzos. Resistencia al deslizamiento.	Ficha de Registro de datos Cálculos (Fórmulas)
DURABILIDAD DEL PATIO DE CONTENEDORES	Es la medida de que tanto puede retener un asfalto sus características originales cuando es expuesto a procesos normales de degradación y envejecimiento. Sin embargo, existen pruebas rutinarias para evaluar la durabilidad del asfalto, estas son las pruebas de película delgada en horno y la prueba de película en horno rotatorio, ambas incluyen el calentamiento de la película delgada de asfalto” Becerril y Miranda (2016, p.69).	La variable durabilidad del Patio de contenedores, se hace en función a sus dimensiones de donde se desprenden sus indicadores que serán indagadas en cuanto a tensiones permanentes, espesor de la base granular y deformaciones.	Tensiones permanentes	Acopio de contenedores. . Tránsito de cargas pesadas. Fuerzas de frenado y aceleración.	Ficha de Registro de datos
			Espesor de la base granular	Número de pasadas.	Ficha de Registro de datos
			Deformaciones	Tensiones de cortes. Resistencia a la flexión.	Ficha de Registro de datos Uso de software apropiado (Cálculos)

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

(Gutiérrez, 2005) afirma que La población es el cumulo de mediciones que se pueden efectuar sobre una característica común de un grupo de seres u objetos (p. 79).

Para nuestra investigación, el universo poblacional está compuesto por la totalidad de fallas en el pavimento del patio de contenedores del puerto del Callao.

2.3.2 Muestra

(Arias, 2012, p.82) menciona que “un subconjunto determinado y definido que se separa de la población es definido con una muestra”.

Esta investigación presenta como muestra a una zona del patio de contenedores del puerto del Callao, donde se observaran y contabilizaran las fallas que existan en el pavimento.

2.3.3 Muestreo

El tipo de muestreo para la presente investigación es no probabilístico por conveniencia.

De acuerdo a (Hernández, et al 2014, p.176) las muestras no probabilísticas por conveniencia son aquellas en la que “la elección de los elementos, no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las particularidades de la investigación o por los propósitos del investigador.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1 Técnica de recolección de datos

Como menciona (Meza, 2006, p.151) las técnicas son aquellos “medios por los cuales el investigador procede a recoger información. [...] en función a las metas del estudio”.

Las técnicas que pueden utilizarse en la presente investigación son las siguientes:

- Técnicas para la recolección de datos.

- Técnicas de laboratorio: muestras, ensayos, etc.

2.4.2 Instrumento de recolección de datos

Se utilizarán tarjetas de recolección de datos para la selección de Fallas de acuerdo a las características de los pavimentos portuarios.

Esta investigación contará con los ensayos que indica el Manual de Carreteras MTC – Sección Suelos y Pavimentos / Normas Técnicas Peruanas NPT de ITINTEC / Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones

1. Análisis Granulométrico
2. Límite de Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico)
3. Contenido de Humedad
4. Proctor Modificado
5. CBR
6. Densidad Natural y Peso Unitario (método del Cono de Arena)
7. SPT (Ensayo de Penetración Estándar)

2.4.3 Validez

Para establecer la eficacia del instrumento de acopio de datos se utilizará la **validez o juicio de expertos**, los cuales han sido 03 ingenieros civiles expertos en la materia de la investigación.

Para esta investigación, la validez de los instrumentos de medición la realizaron tres ingenieros civiles colegiados, siendo estos los siguientes:

Los cuales ejecutaron la calificación mediante la tabla de (OSED, 2011). El rango de calificación va de 0 a 1, debiendo ser la validez superior a 0,80, para este caso los instrumentos consiguieron una validez de 0.90 por lo que de acuerdo a Oseña se razona como Excelente Validez

Tabla 2. Rango de validación de expertos.



Fuente: (OSED, 2011).

Las fichas de recolección de datos diseñadas en la investigación midieron los datos propósitos de las dos variables proyectadas en este estudio con la intención de alcanzar los objetivos específicos y el objetivo general.

2.4.4 Confiabilidad

Este estudio empleó como herramientas de medición las fichas de recolección de datos y no cuestionario por lo que no solicitó establecer la confiabilidad de los instrumentos. (Centro de Investigación, 2013).

2.5 Métodos de análisis de datos

Como la investigación es cuantitativa se realizó un análisis de datos el cual servirá para ejecutar las evaluaciones oportunas de los resultados obtenidos en el laboratorio.

2.5.1 Problemática de los pavimentos en la zona de trabajo

La aplicación de procedimientos modernos para el mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos tanto flexibles como rígidos, constituyen al presente técnicas aceptadas crecientemente en los países desarrollados y están basadas en la observación del comportamiento de las particularidades físicas y funcionales de los pavimentos y la acción

que primordialmente ejerce sobre ellos, el tránsito vehicular o en caso del presente informe, las cargas por concepto de almacenaje de contenedores.

Las causas y efectos que interactúan sobre la distribución de los pavimentos originan daños que se van manifestando en forma gradual, con acción creciente y continua sobre las superficies pavimentadas.

Es justamente, en esta oportunidad que a través del Manual del PCI se Identificaron y clasificaron las Fallas en pavimentos de concreto y mixto del área en estudio, Para tal efecto, se proyectó una metodología, para la valoración superficial de los pavimentos, de manera de conocer la condición de conservación de los pavimentos.

2.5.2 Ubicación del proyecto de investigación

El proyecto de investigación (terminal portuario) se encuentra ubicado en la Provincia Constitucional del Callao, a 14 Km. al suroeste de la ciudad de Lima

Coordenadas UTM

Norte: 8`666,076.980Terminal Por

Este: 266,278.263



Figura 17. Vista panorámica del Puerto del Callao.



Figura 18. Vista panorámica del Puerto del Callao – Google Earth.

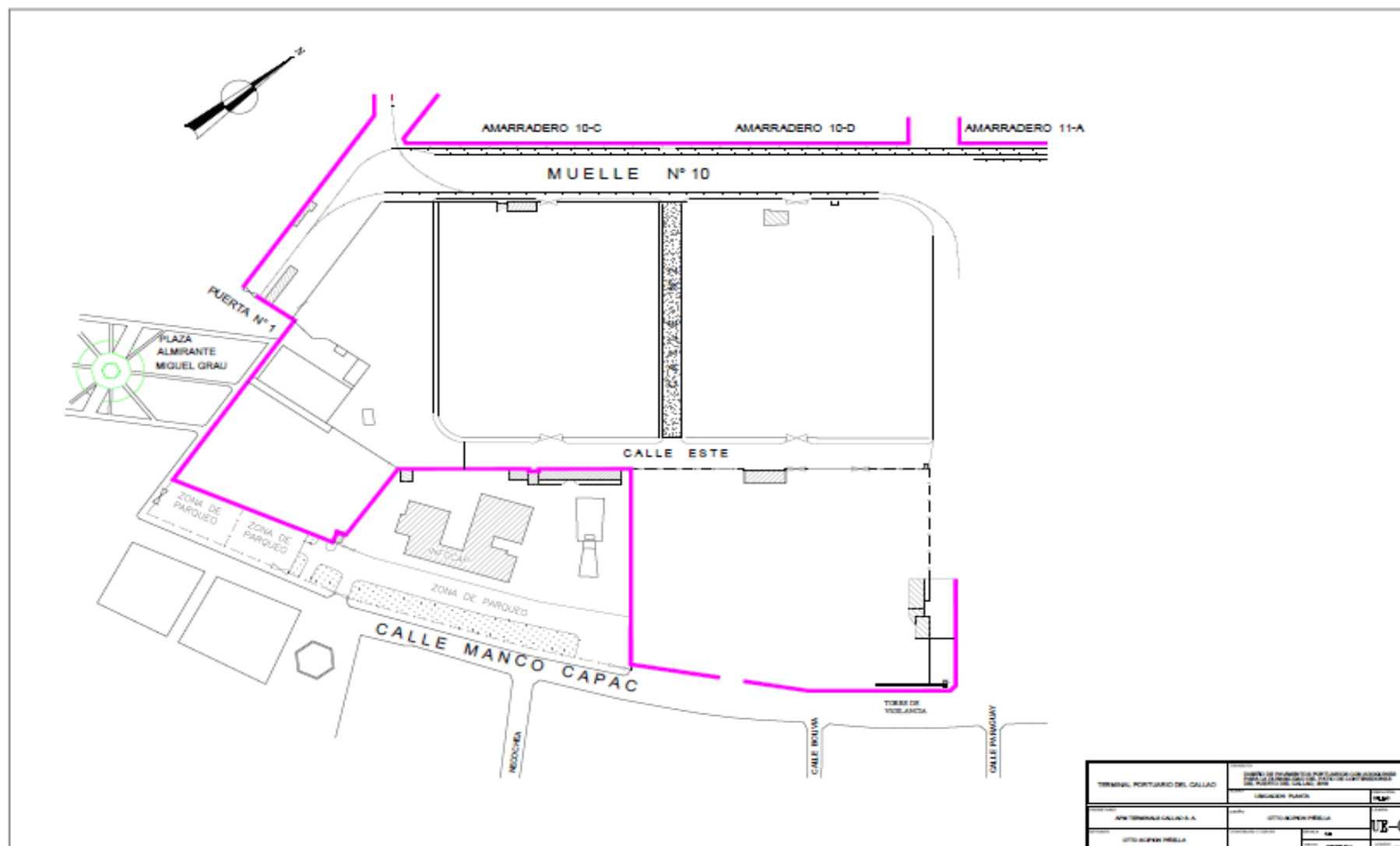


Figura 19. Plano de Ubicación del Puerto del Callao.

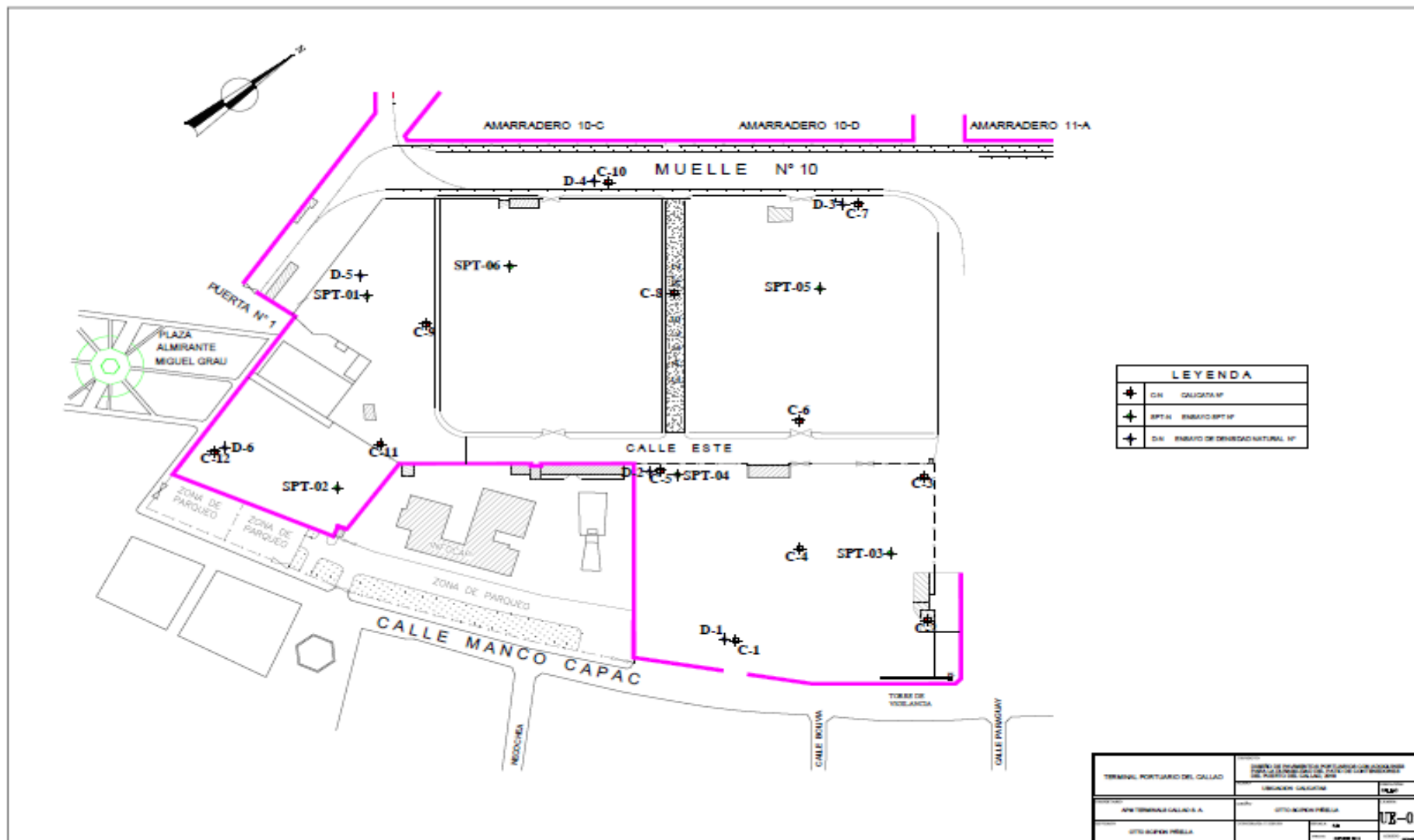


Figura 20. Plano de ubicación de las calicatas.

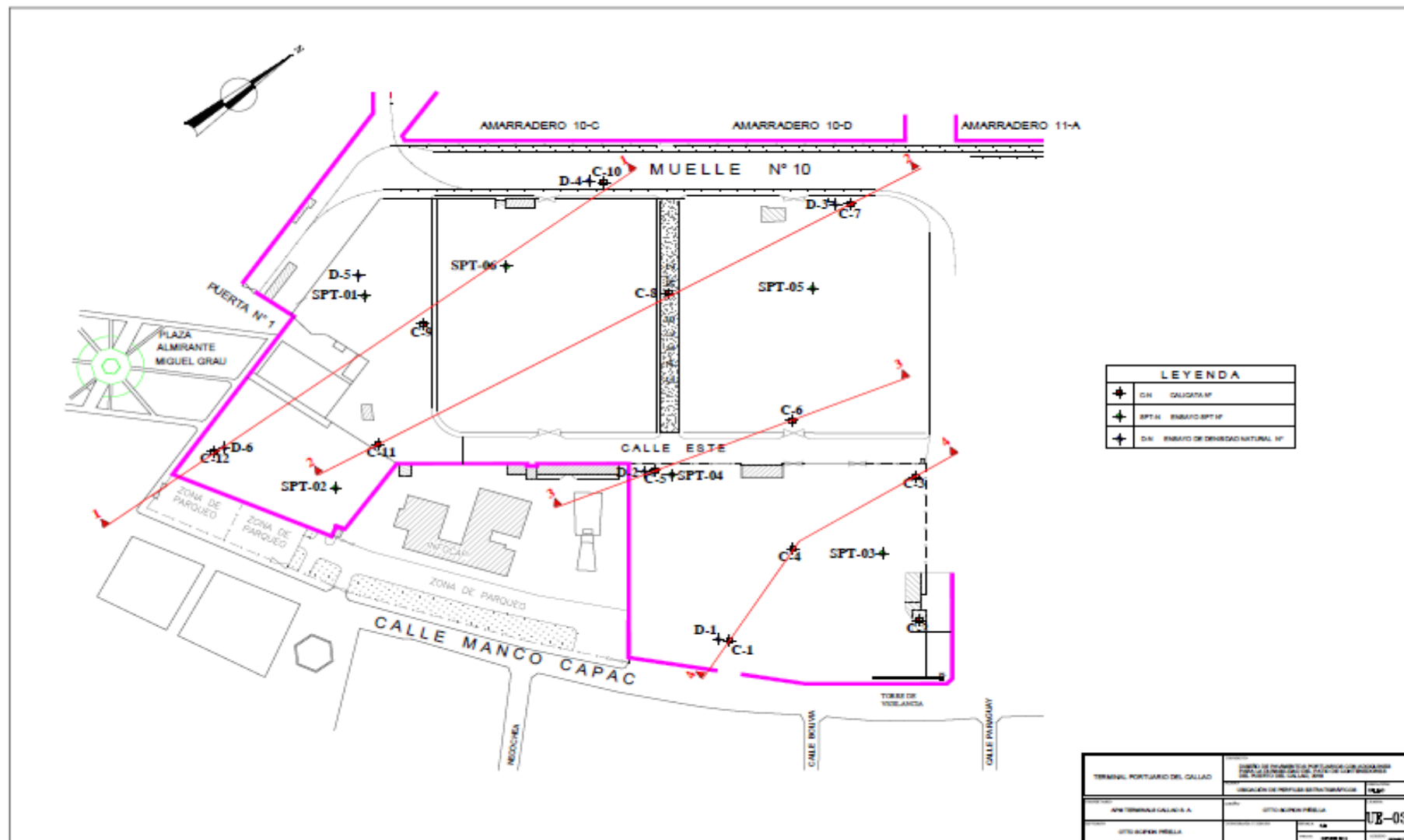
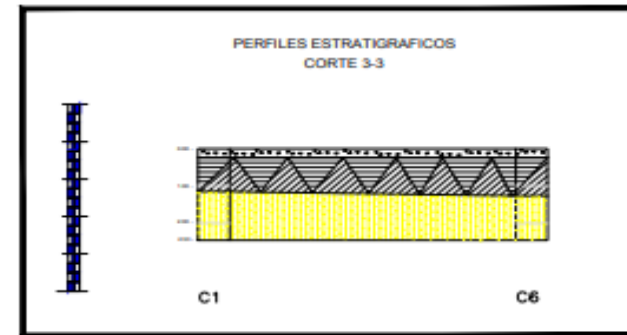
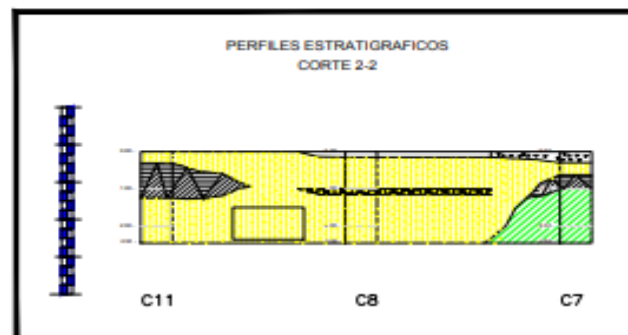
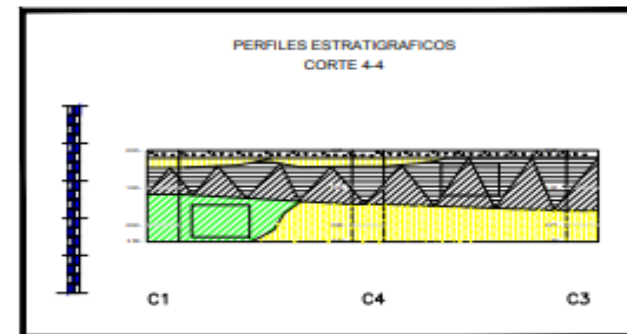
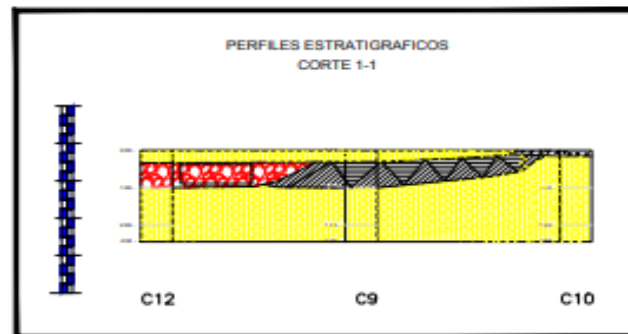


Figura 21. Plano de Ubicación de perfiles estratigráficos.



LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	CLASIFICACIÓN SUCS
	LOSA DE CONCRETO
	SM
	GP
	CL
	RELLENOS

TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO		DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADQUINES PARA LA DURABILIDAD DEL PATIO DE CONTENEDORES DEL PUERTO DEL CALLAO, 2018	
PROYECTADO POR		PERFILES ESTRATIGRAFICOS	CALLAO
APM TERMINALS CALLAO S. A.		OTTO SCIPION PIÑELLA	UE-04
OTTO SCIPION PIÑELLA		OTTO SCIPION PIÑELLA	OTTO SCIPION PIÑELLA

Figura 22. Perfiles estratigráficos.

Pavimento existente en la zona de estudio

Pavimento Rígido Predominan significativamente en el área en estudio y cuyo progreso data de más de 30 años. En general se trata de losas de concreto c/s armadura, usualmente en espesores de 200 a 250 mm. La condición de apoyo de estas losas es dificultoso de determinar, aunque en general lo hacen concisamente sobre un material granular (afirmado) cuyo espesor es variable y bajo este material subyace material de relleno que varía en espesor de 1.00 a 1.50 m.

Pavimento mixto: Son aquellos constituidos por una base de concreto de cemento Portland, sobre la cual se ha colocado una o más mantas asfálticas. Se trata de estructuras que han sido objeto de una reposición.

En general se trata de vías compuestas por una losa antigua de concreto sobre la que se apuntalan de 25 a 75 mm. de mezcla asfáltica en caliente.

Evaluación de fallas

Se clasifican en tres categorías las fallas: cuadro comparativo para cada pavimento

Tabla 3. Categoría de fallas

CATEGORIA :	PAVIMENTOS	
	Pavimentos Flexibles	Pavimentos Rígidos
Deformaciones	Ahuellamiento Hundimiento Corrugación Corrimiento Hinchamiento Fisuras	Levantamiento Dislocamiento Hundimiento
Agrietamientos	- Tipo Piel de Cocodrilo - Longitudinales - Transversales - En arco - Por reflexión de juntas	Fisuras y Rajaduras - En Bloques - De esquina - Longitudinales - Transversales o diagonales - Inducidas
Desintegraciones	Peladuras Baches descubiertos Pulimentos de superficie Desintegración de borde	Descascaramiento Peladuras Baches descubiertos Pulimento de la superficie
Otros	Exudación de asfalto	Deficiencia de juntas

Tabla 4. Índice de condición del pavimento (PCI)

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

El cálculo del PCI se basa en los efectos de un catálogo visual de la situación del pavimento en el cual se instauran **CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD** de cada avería presente. El PCI se desplegó para alcanzar un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional del área. La información de los deterioros obtenida como segmento del inventario brinda una percepción despejada de las orígenes de los daños y su correlación con las cargas o con el clima.

Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

La fase inicial pertenece al trabajo de campo en el cual se identifican los desgastes teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos.

Unidad de muestreo

En nuestro estudio y siguiendo el lineamientos del manual del PCI, las Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud mínima a 7.60 m, El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **20 ± 8 losas**.

Pero teniendo cuenta el área a evaluar se ha propuesto tomar como unidad de muestreo la cantidad de **160 losas** que sean representativas del área a evaluar.

Calculo del PCI de las unidades de muestreo y PCI general

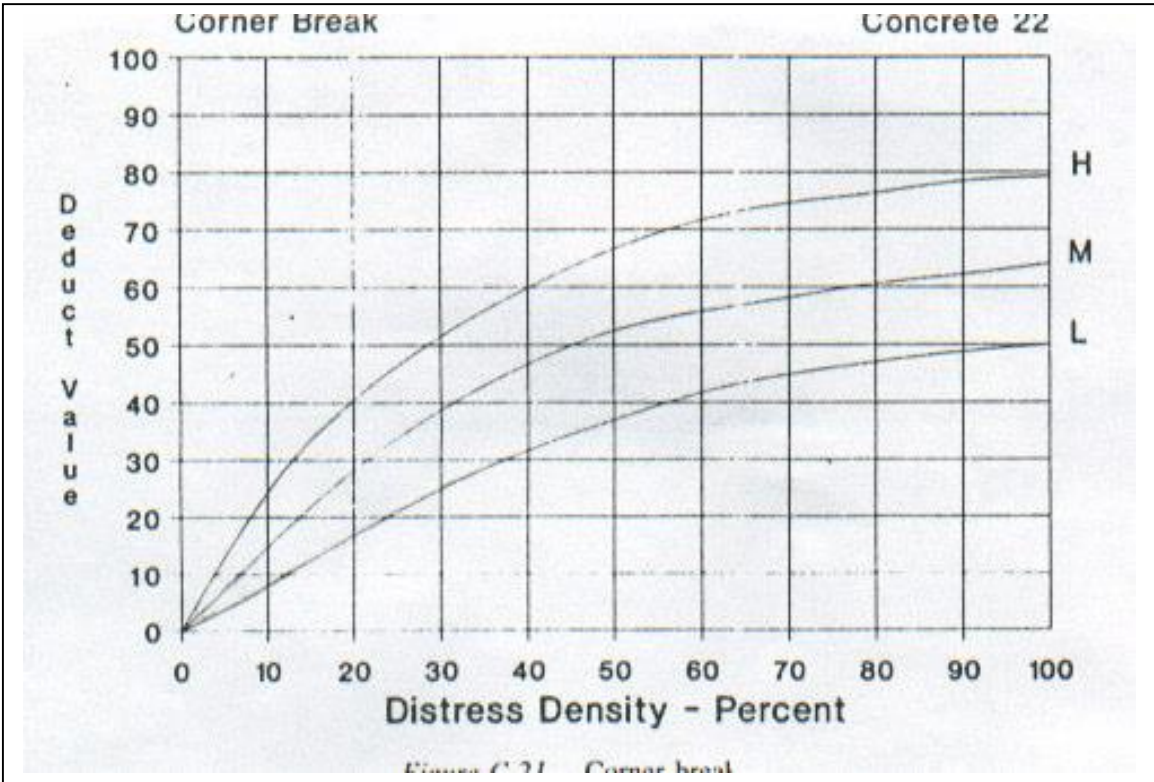
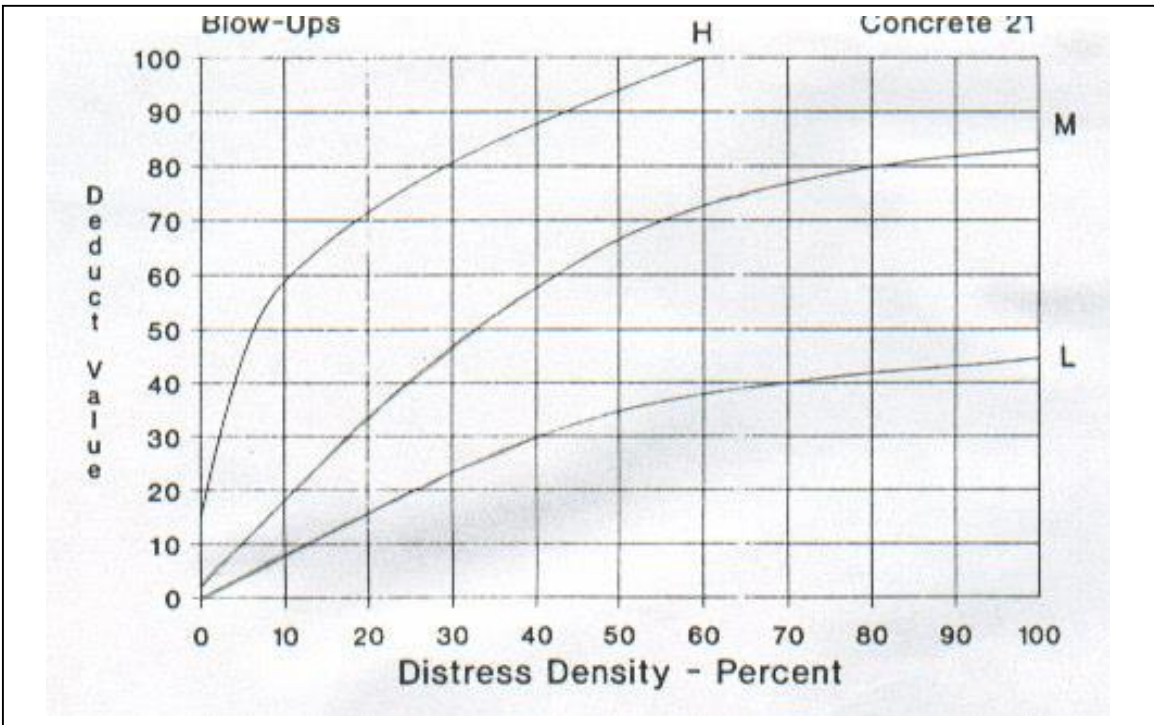
Al consumir la inspección de campo, la información sobre los daños se emplea para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o informatizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y dureza logradas.

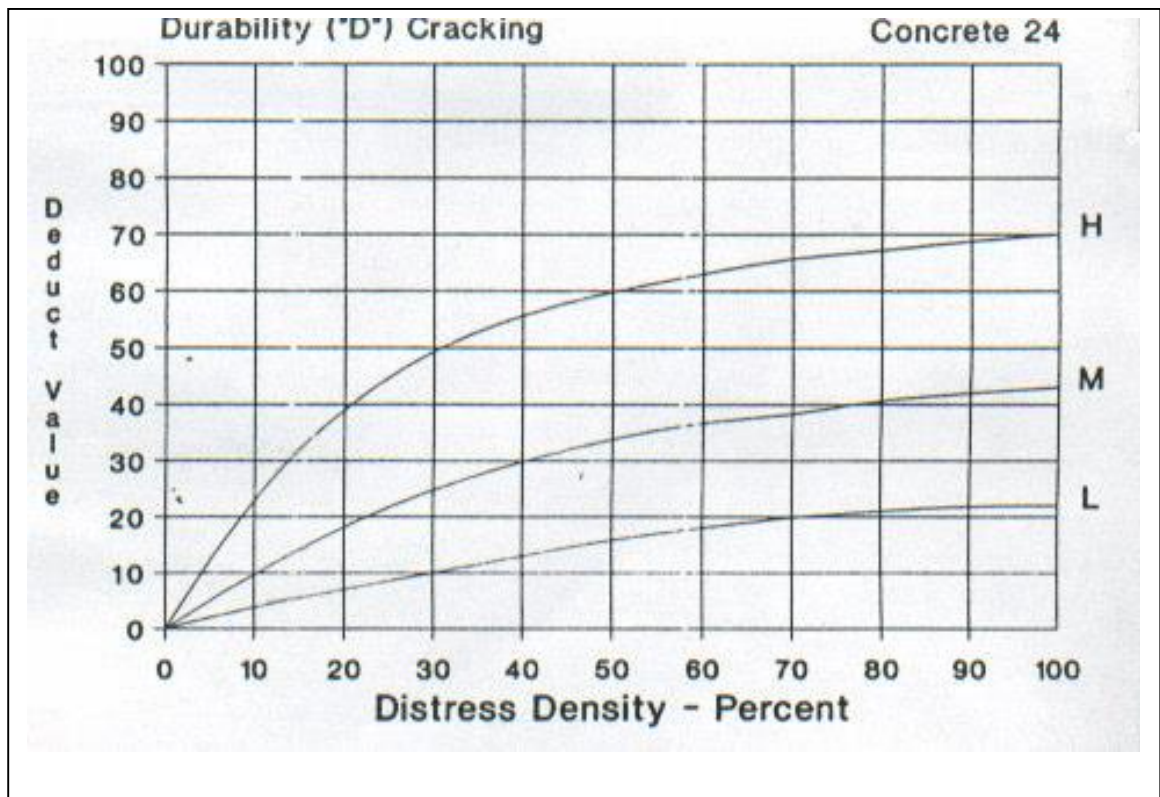
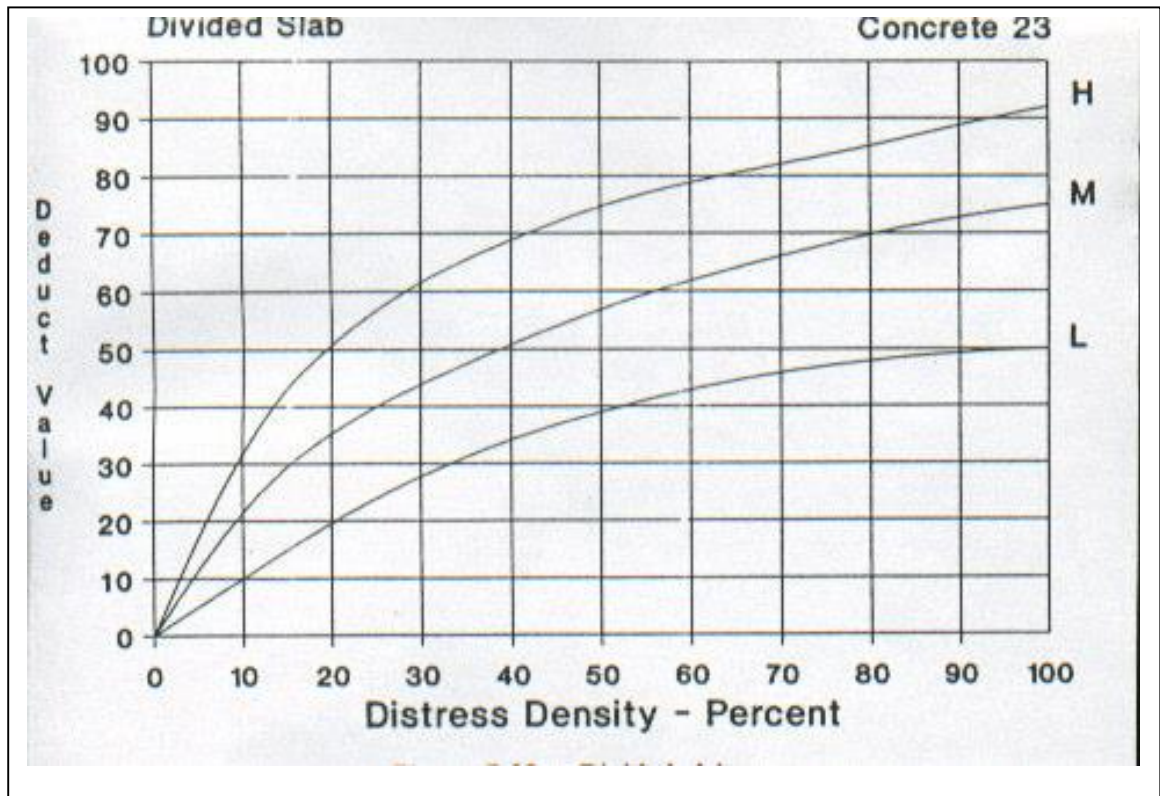
Para tales cálculos se utilizaron los ábacos que se encuentran anexas, así como la identificación y descripción de nivel de severidad de las losas de muestreo, indicando además los valores deducidos de estas y el valor promedio de PCI del área total en estudio y del cuadro N°2 del presente proyecto, se tiene:

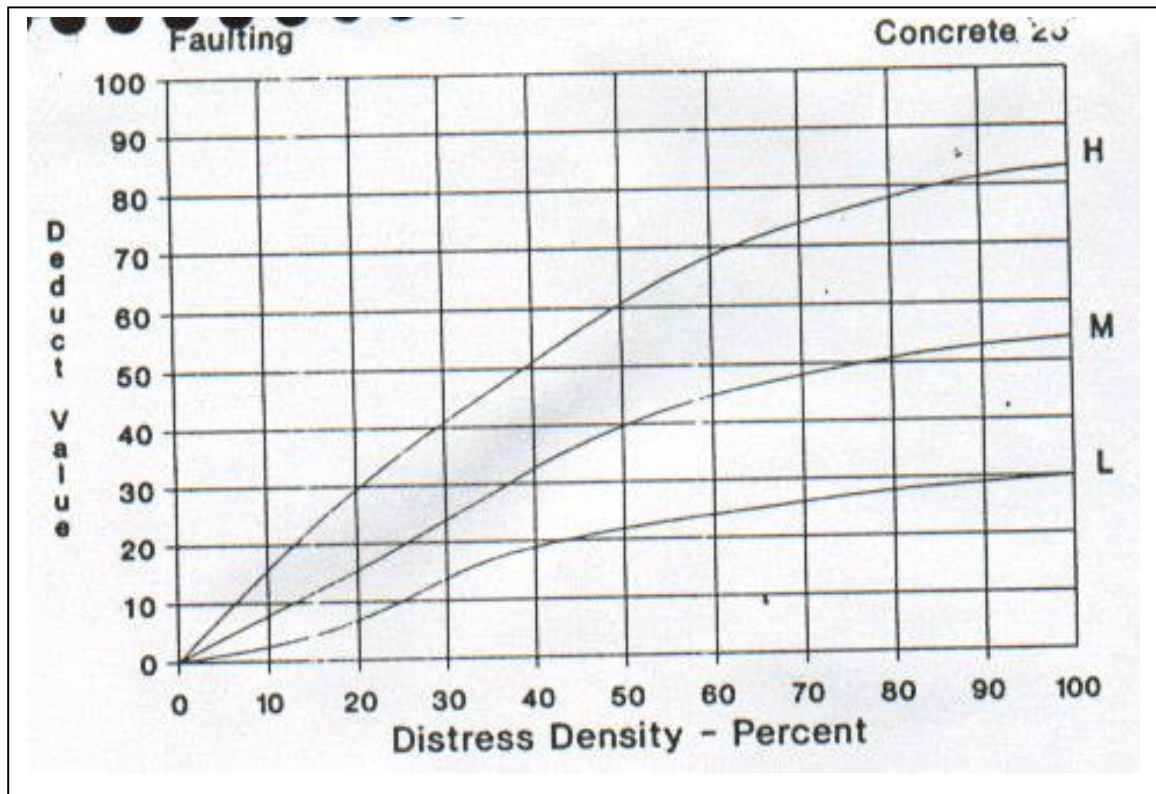
Tabla 5. Calculo del PCI de las unidades de muestreo y PCI general

PCI_{GENERAL}	Rango
32.0	MALO

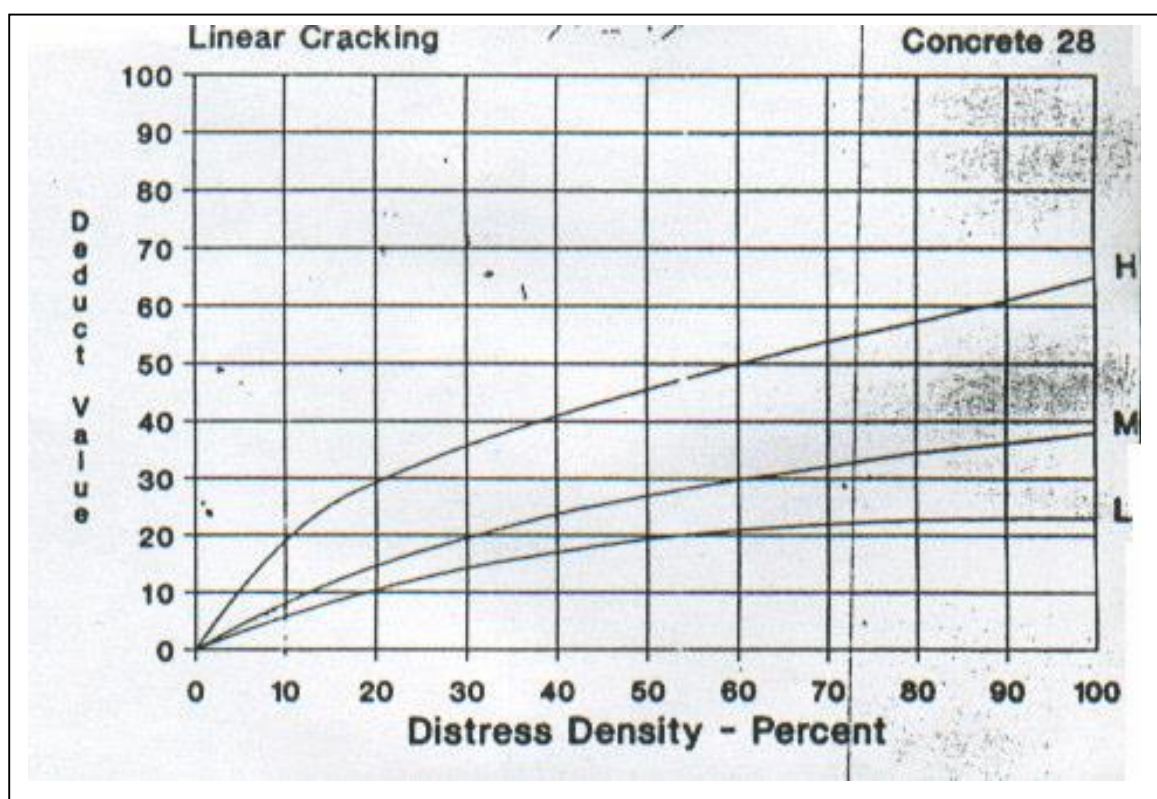
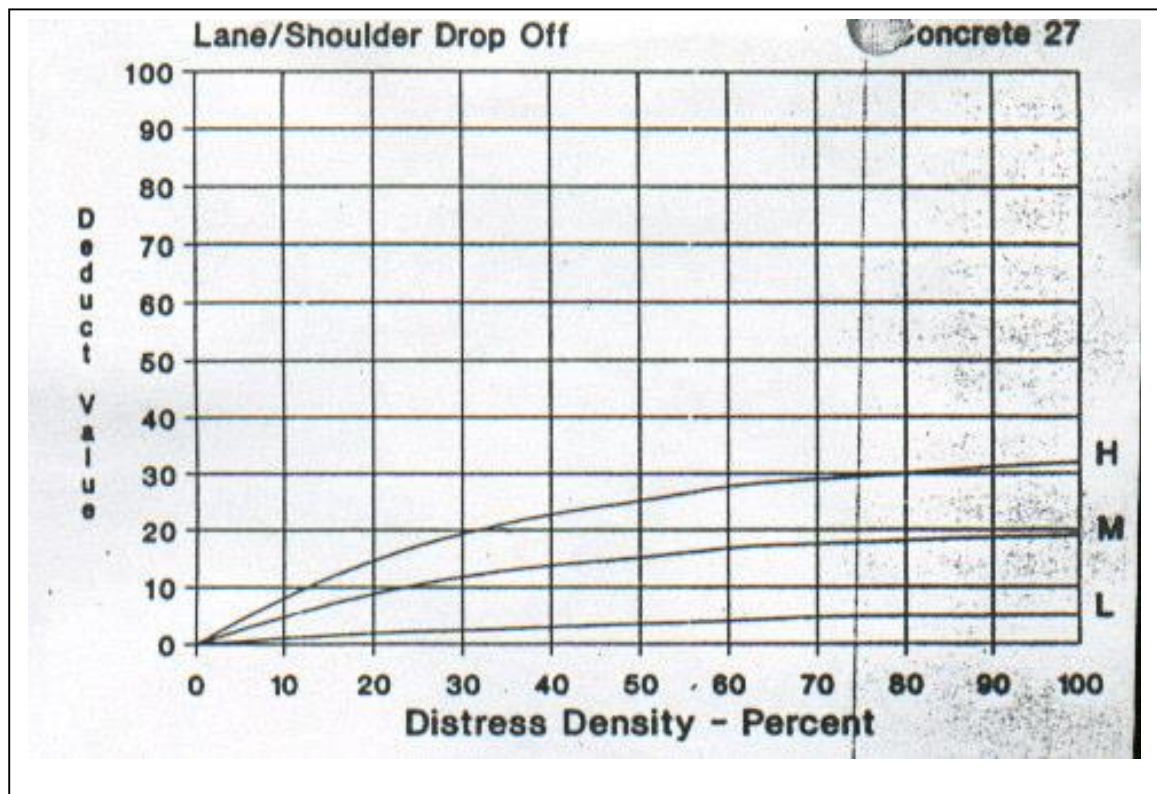
Tabla 6. Ábacos

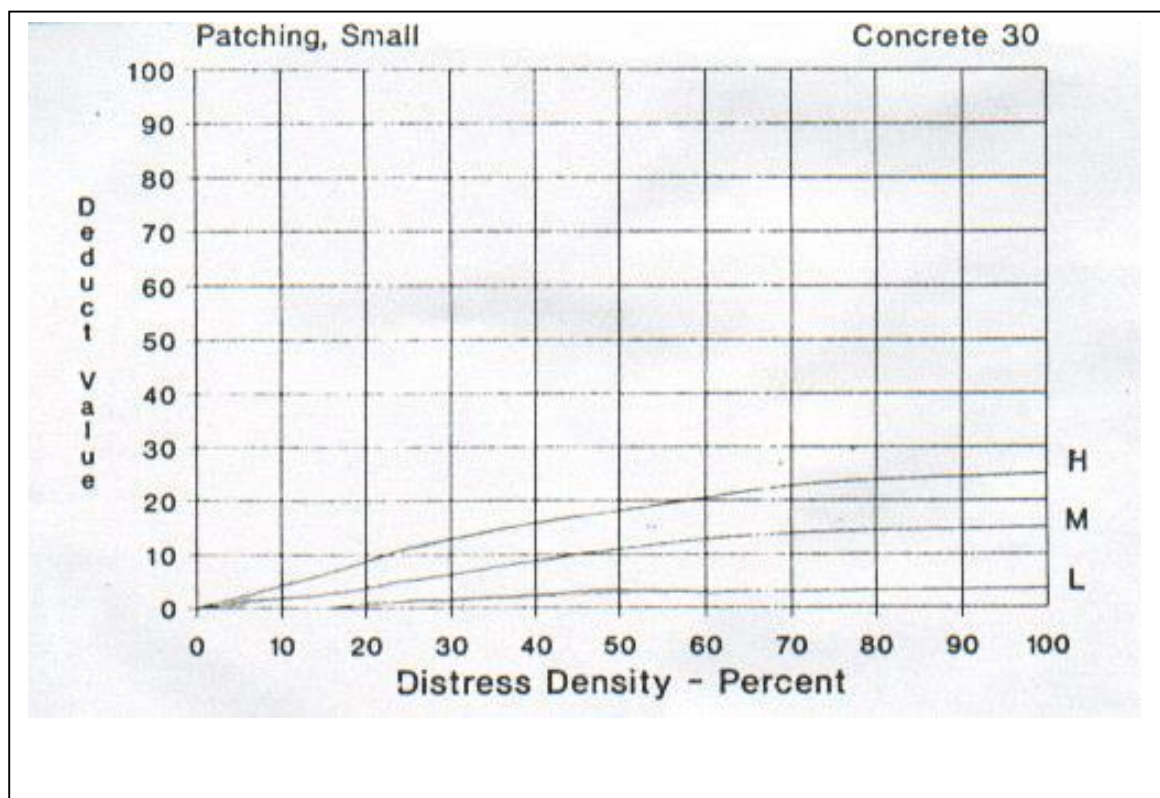
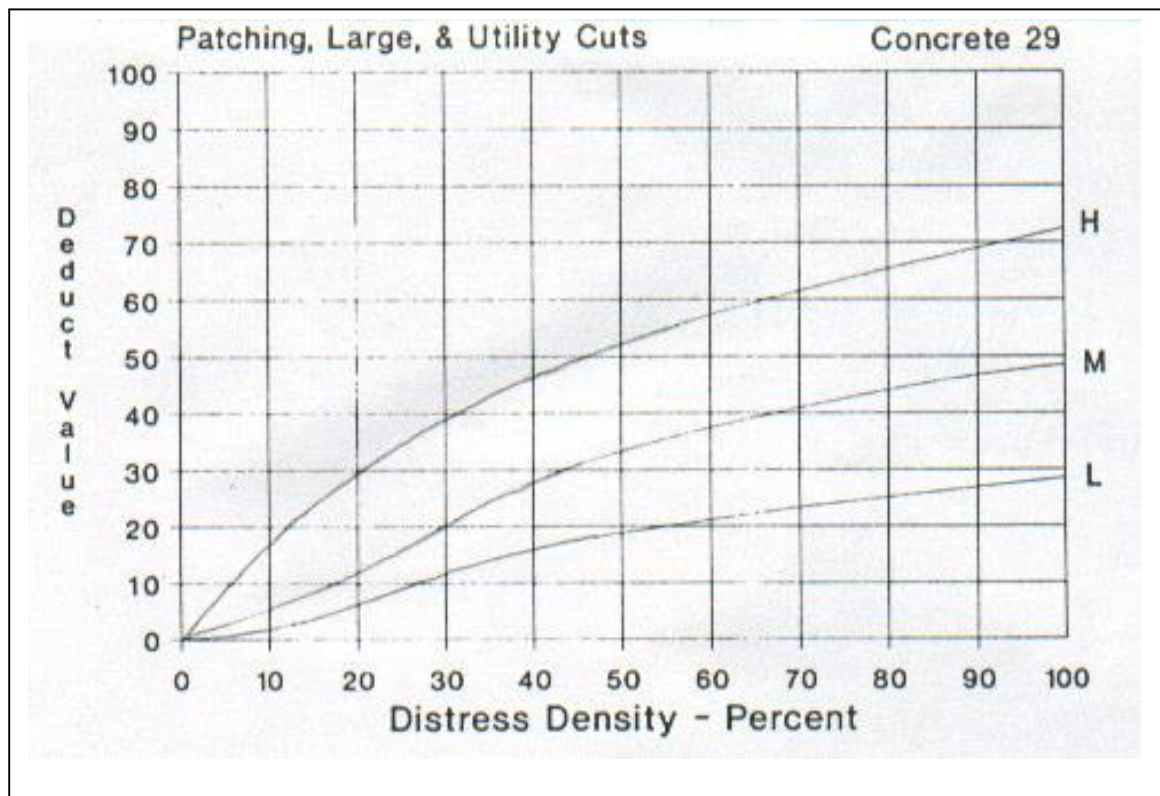


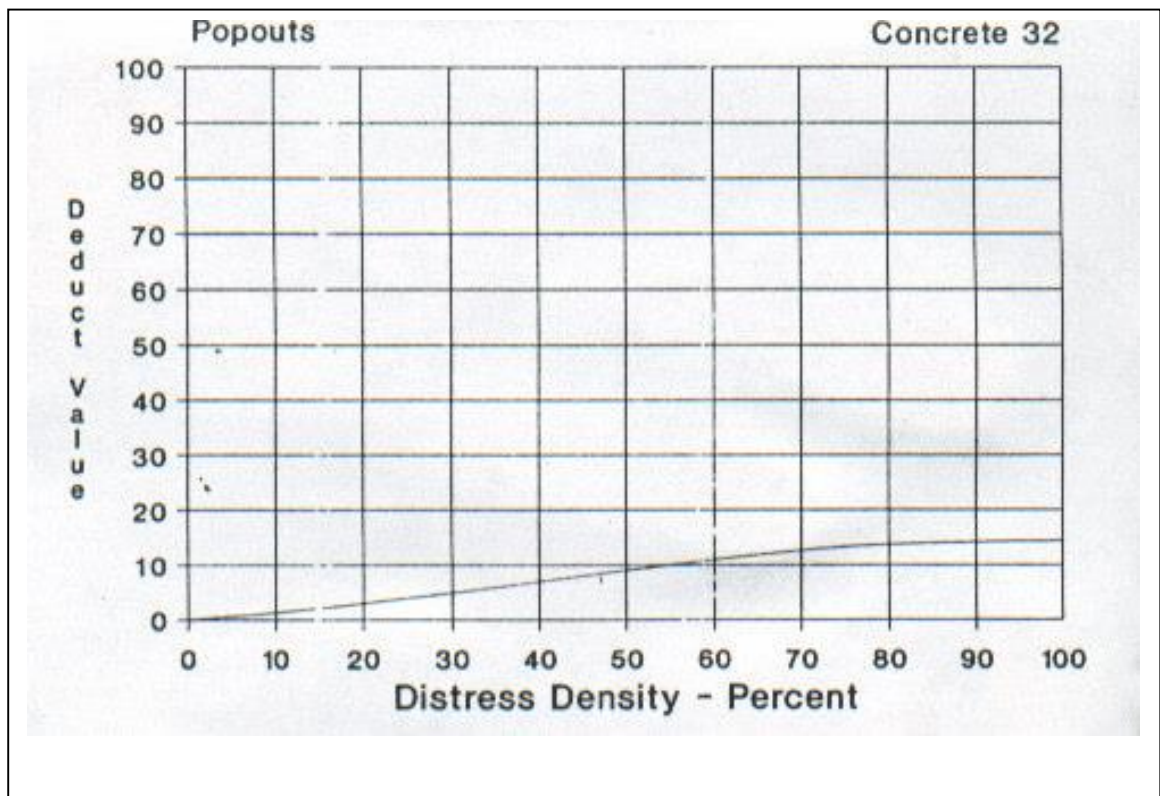
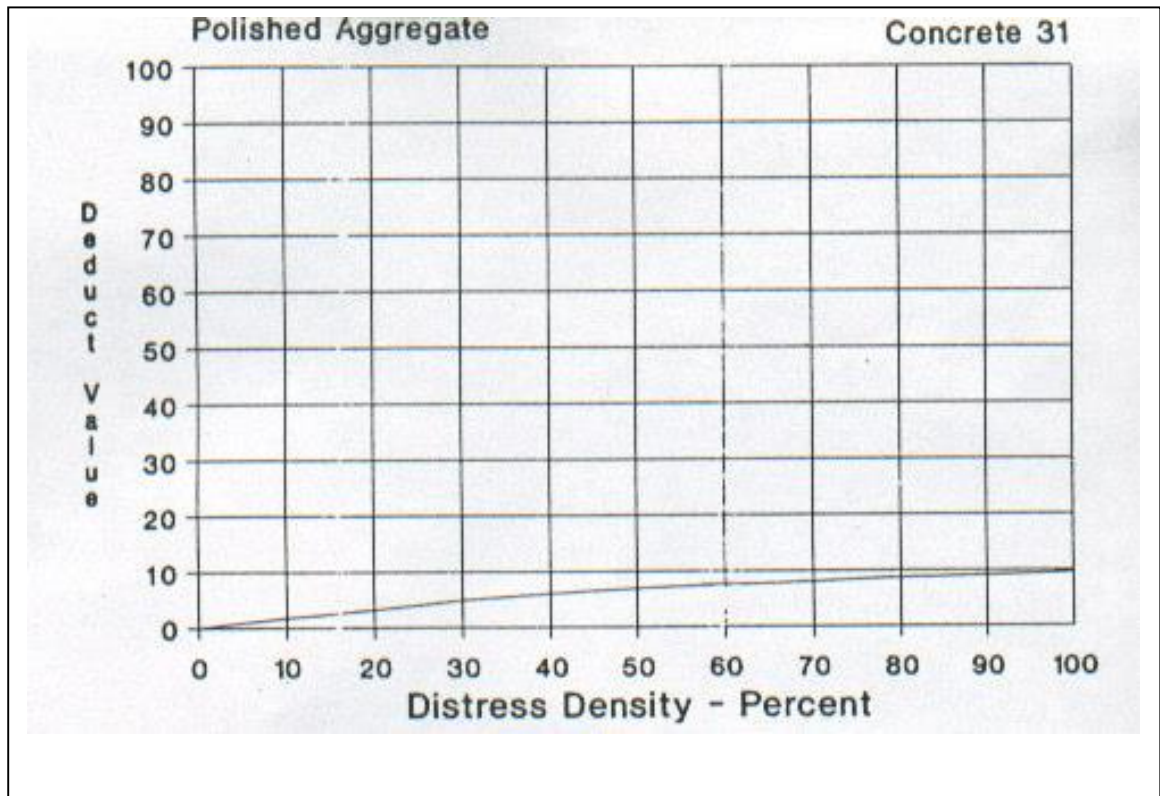


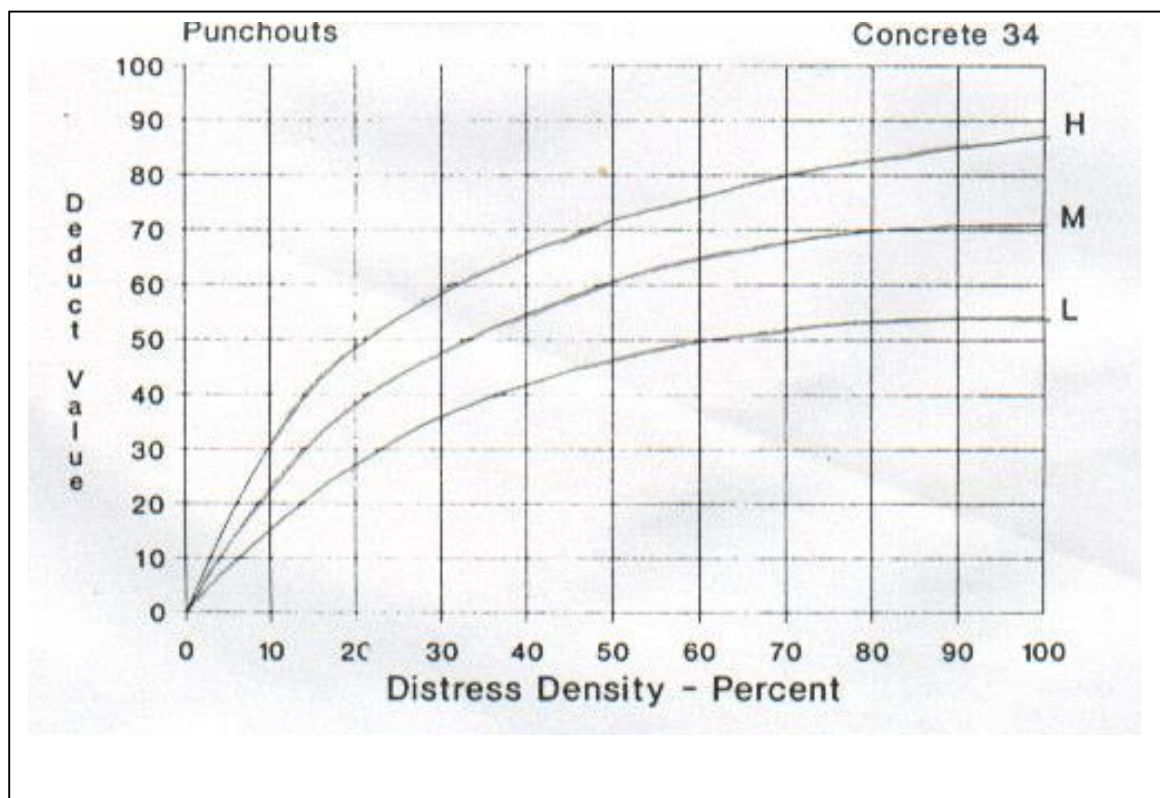
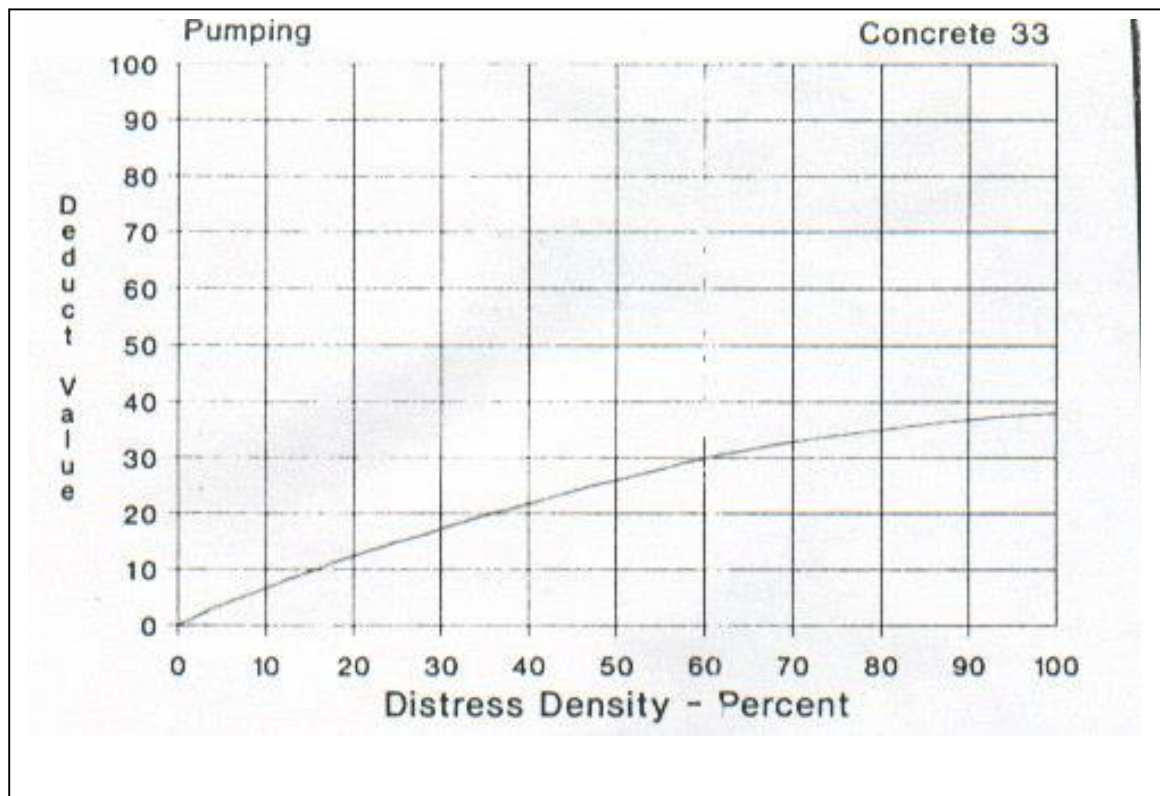


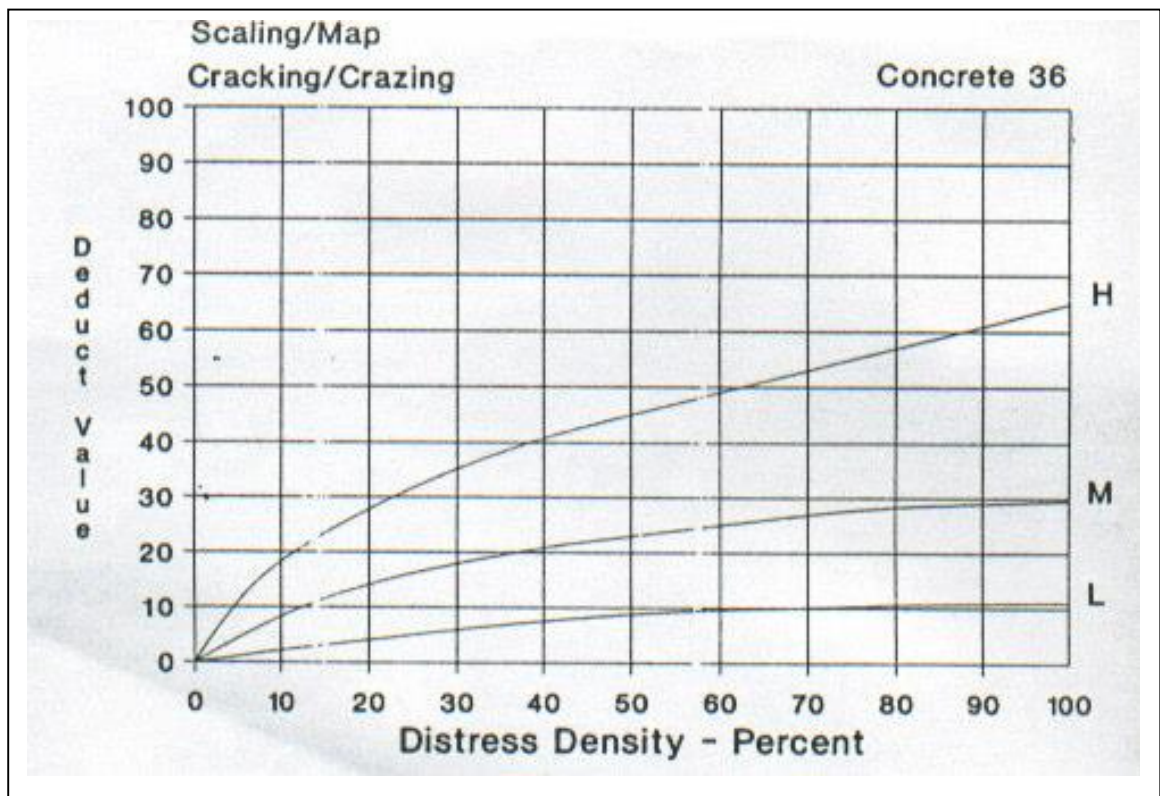
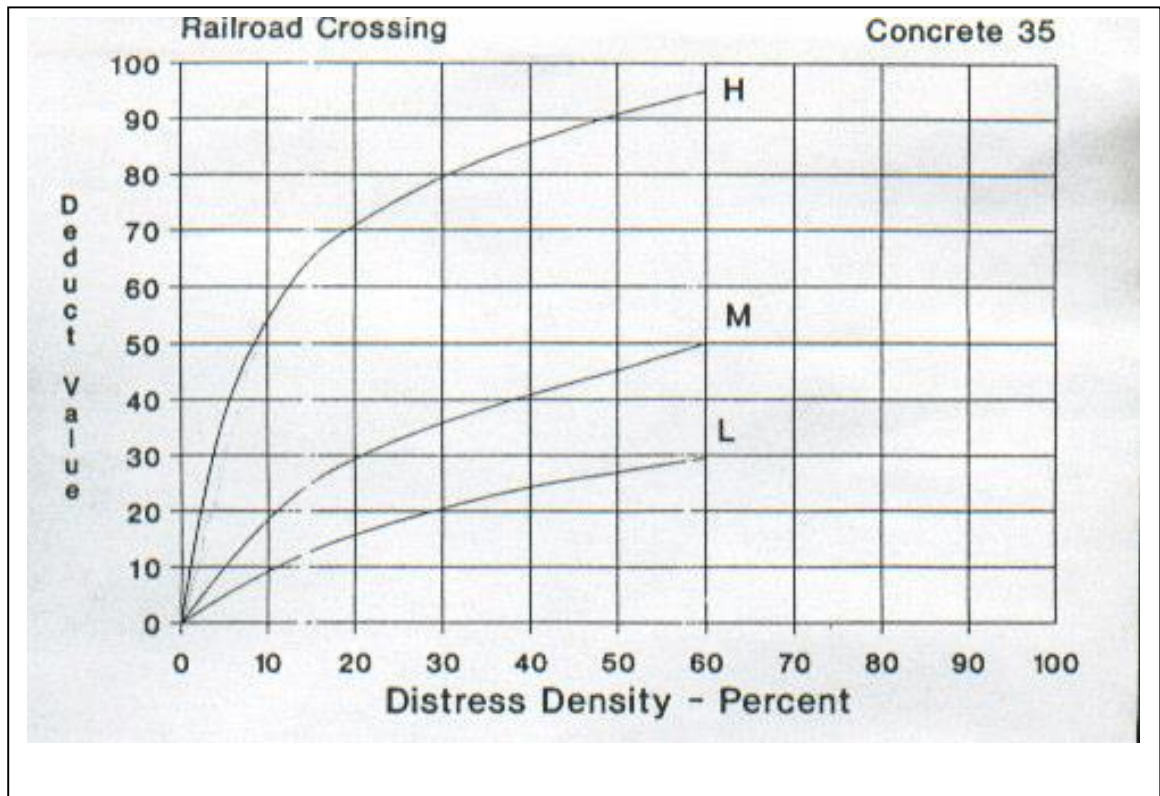
Joint Seal Damage		Concrete 26
<p>Joint seal damage is not rated by density. The severity of the distress is determined by the sealant's overall condition for a particular sample unit.</p> <p>The deduct values for the three levels of severity are:</p>		
LOW	2 points	
MEDIUM	4 points	
HIGH	8 points	

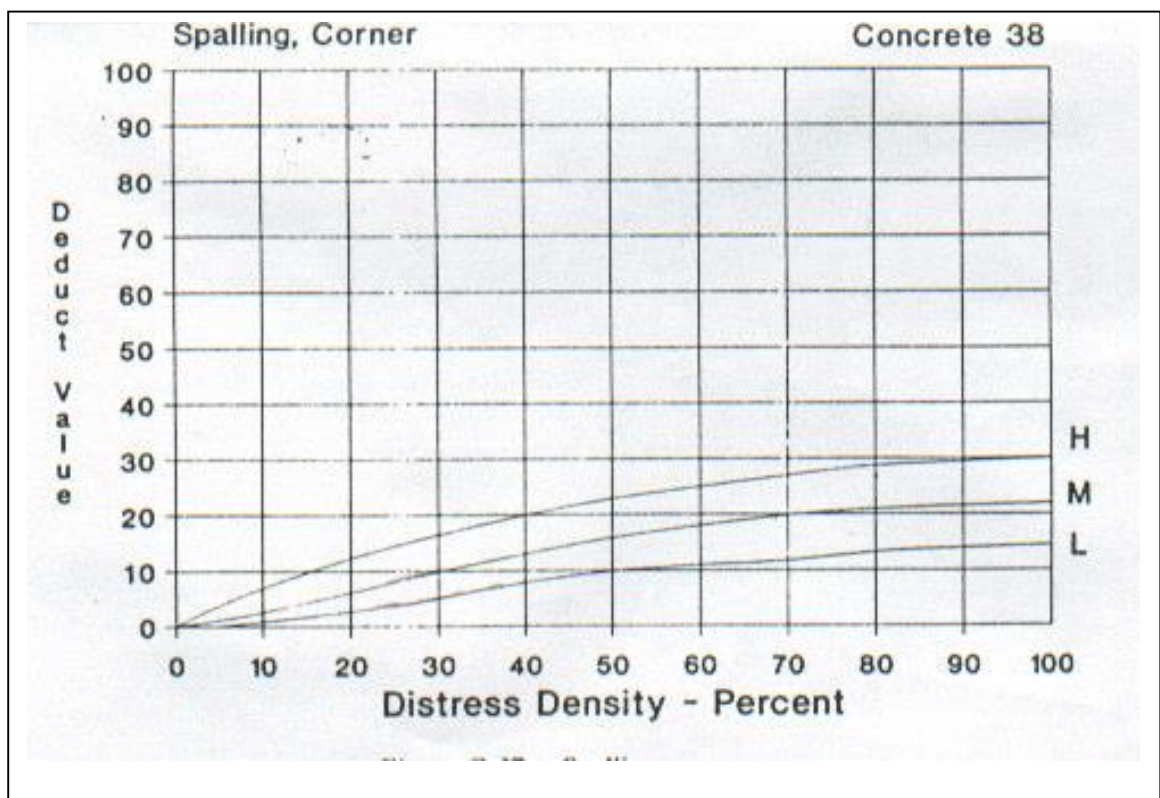
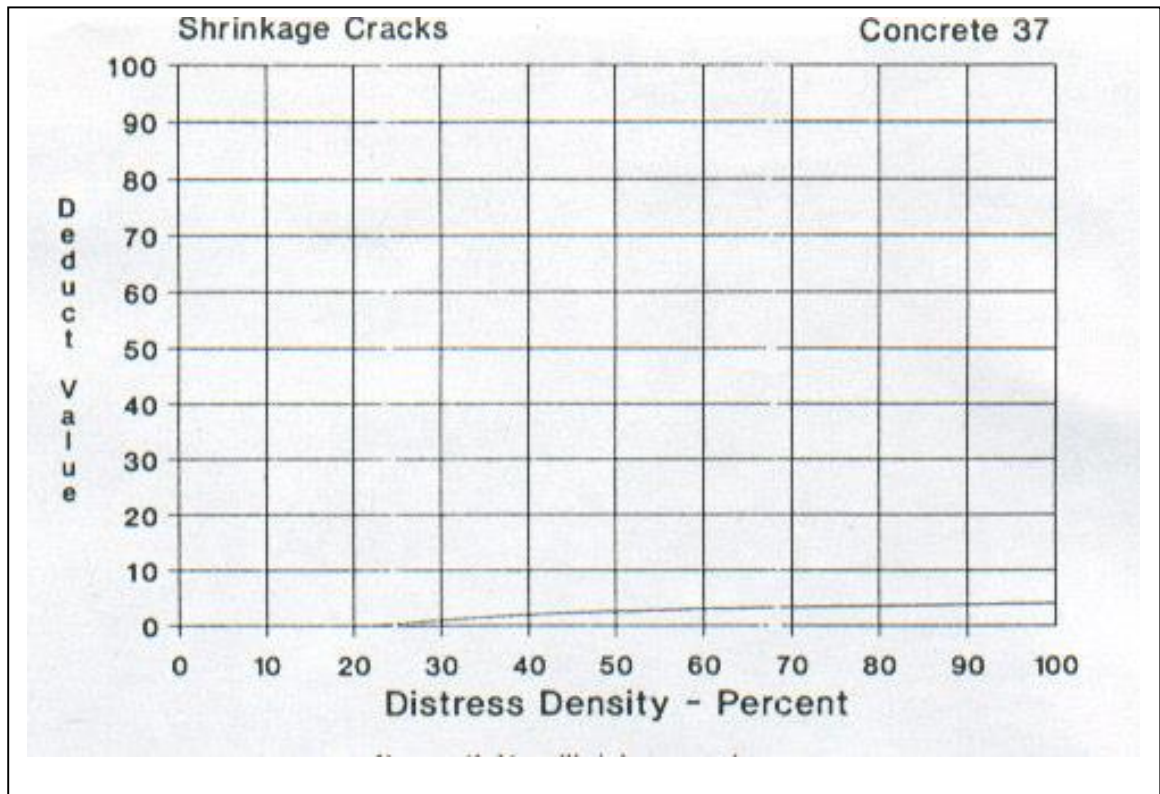


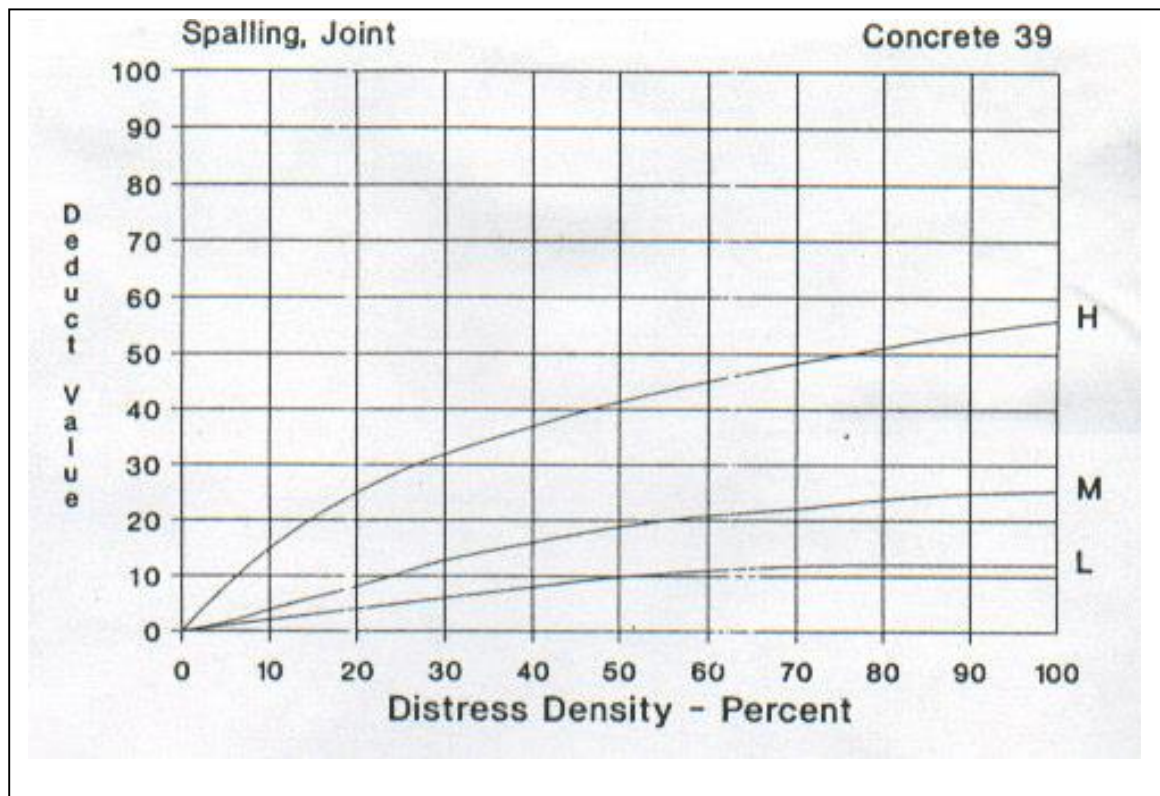












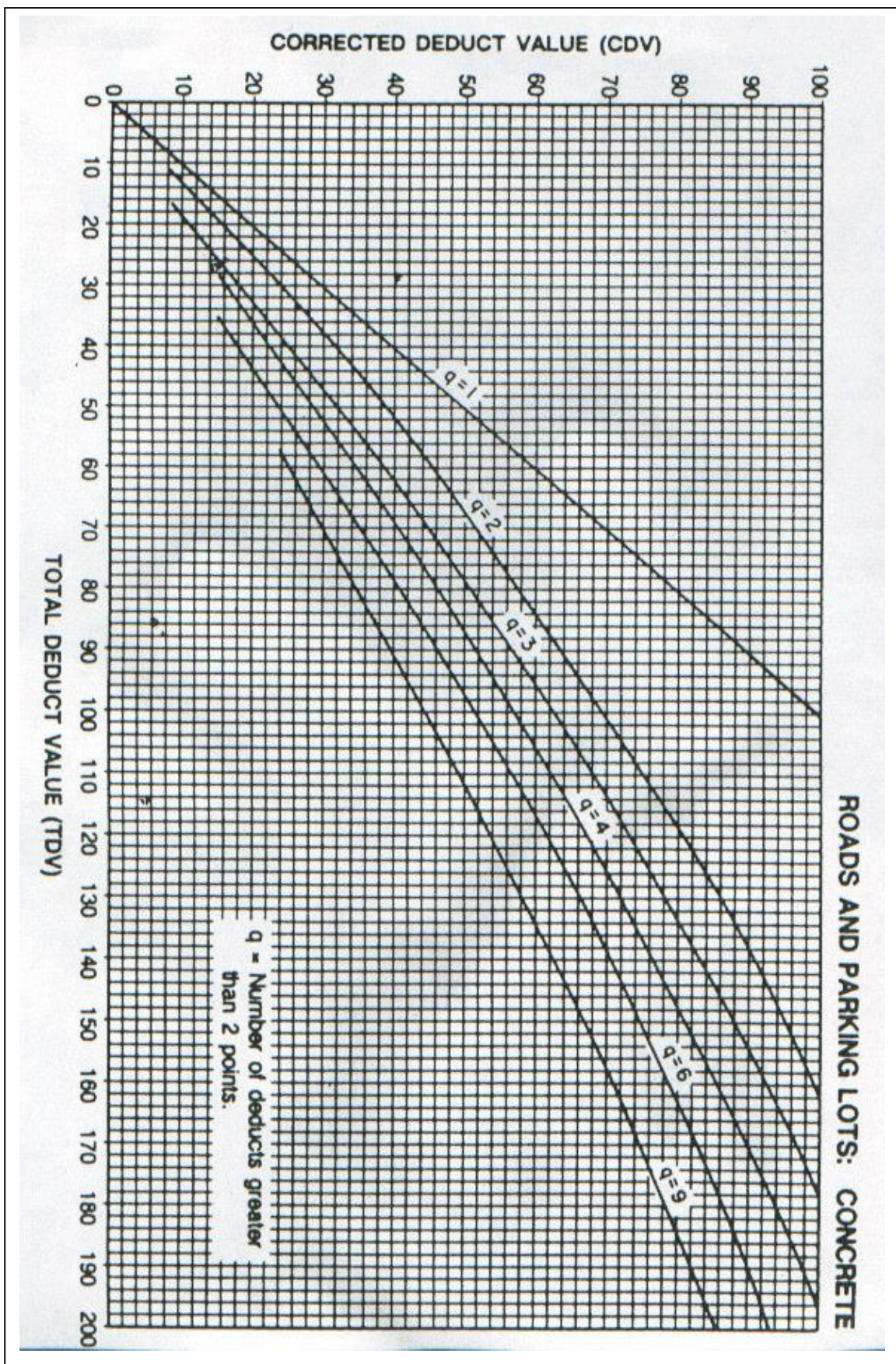


Tabla 7. Cuadros de descripción y evaluación de fallas

CALCULO PCI						
LOSA Nº	FALLAS /IDENTIFICACION	% DE DENSIDAD VISUAL	CALIDAD DE USO	GRADO SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO	PCI INDIVIDUAL
LOSA Nº1	FISURA, DESCARAMIENTO, GRIETAS EN ESQUINAS	80	ALTO	70	70	30
LOSA Nº2	FISURA, DESCARAMIENTO, GRIETAS EN ESQUINAS	85	ALTO	65	65	35
LOSA Nº3	GRIETAS LONGITUDINALE Y TRANSVERSALES	90	ALTO	60	60	40
LOSA Nº4	BACHES , FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES , GRIETAS EN ESQUINAS	100	ALTO	75	75	25
LOSA Nº5	BACHES , FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES , GRIETAS EN ESQUINAS	80	ALTO	55	55	45
LOSA Nº6	BACHES , FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES , GRIETAS EN ESQUINAS	80	ALTO	75	75	25
LOSA Nº7	BACHES , FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES , GRIETAS EN ESQUINAS	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº8	BACHES , FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES , GRIETAS EN ESQUINAS	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº9	BACHES , FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES , GRIETAS EN ESQUINAS	80	ALTO	55	55	45
LOSA Nº10	BACHES , FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES , GRIETAS EN ESQUINAS	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº11	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	45	45	55
LOSA Nº12	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº13	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	55	55	45
LOSA Nº14	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	40	40	60
LOSA Nº15	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	80	ALTO	75	75	25
LOSA Nº16	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	50	50	50
LOSA Nº17	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	45	45	55
LOSA Nº18	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	80	ALTO	80	80	20
LOSA Nº19	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	80	ALTO	85	85	15
LOSA Nº20	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	45	45	55
LOSA Nº21	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº22	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	80	ALTO	59	59	41
LOSA Nº23	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO	65	ALTO	80	80	20
LOSA Nº24	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	60	ALTO	82	82	18
LOSA Nº25	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	75	ALTO	74	74	26
LOSA Nº26	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	80	ALTO	83	83	17
LOSA Nº27	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	80	ALTO	65	65	35
LOSA Nº28	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	75	ALTO	74	74	26
LOSA Nº29	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	70	ALTO	80	80	20
LOSA Nº30	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	70	ALTO	60	60	40
LOSA Nº31	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	70	ALTO	75	75	25
LOSA Nº32	DESCASCARAMIENTO , GRIETAS DE SEVERIDAD ALTA	75	ALTO	70	70	30
LOSA Nº33	DESCASCARAMIENTO , GRIETAS DE SEVERIDAD ALTA	70	ALTO	47	47	53
LOSA Nº34	DESCASCARAMIENTO , GRIETAS DE SEVERIDAD ALTA	75	ALTO	85	85	15
LOSA Nº35	DESCASCARAMIENTO , GRIETAS DE SEVERIDAD ALTA	60	ALTO	60	60	40
LOSA Nº36	DESCASCARAMIENTO , GRIETAS DE SEVERIDAD ALTA	85	ALTO	90	90	10
LOSA Nº37	DESCASCARAMIENTO , GRIETAS DE SEVERIDAD ALTA	80	ALTO	80	80	20
LOSA Nº38	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD MEDIA -ALTA	75	ALTO	60	60	40
LOSA Nº39	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD MEDIA -ALTA	80	ALTO	80	80	20
LOSA Nº40	FISURAS EN TODASS LA DIRECIONES, DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD MEDIA -ALTA	80	ALTO	74	74	26
LOSA Nº41	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	75	ALTO	68	68	32

CALCULO PCI						
LOSA Nº	FALLAS /IDENTIFICACION	% DE DENSIDAD VISUAL	CALIDAD DE USO	GRADO SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO	PCI INDIVIDUAL
LOSA Nº42	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	70	ALTO	65	65	35
LOSA Nº43	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	70	ALTO	72	72	28
LOSA Nº44	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	75	ALTO	78	78	22
LOSA Nº45	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	80	ALTO	81	81	19
LOSA Nº46	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº47	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	75	ALTO	56	56	44
LOSA Nº48	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	60	ALTO	71	71	29
LOSA Nº49	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	65	ALTO	80	80	20
LOSA Nº50	GRIETAS , FALLAS POR PUZONAMIENTO , Y DESCARAMIENTO DE SEVERIDAD ALTA	55	ALTO	83	83	17
LOSA Nº51	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	60	ALTO	71	71	29
LOSA Nº52	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	80	80	20
LOSA Nº53	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	63	63	37
LOSA Nº54	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	65	65	35
LOSA Nº55	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	60	60	40
LOSA Nº56	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	47	47	53
LOSA Nº57	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	65	ALTO	49	49	51
LOSA Nº58	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	68	68	32
LOSA Nº59	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	79	79	21
LOSA Nº60	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	71	71	29
LOSA Nº61	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	85	ALTO	60	60	40
LOSA Nº62	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	59	59	41
LOSA Nº63	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	65	ALTO	58	58	42
LOSA Nº64	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº65	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	73	73	27
LOSA Nº66	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	76	76	24
LOSA Nº67	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	74	74	26
LOSA Nº68	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	65	ALTO	74	74	26
LOSA Nº69	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	76	76	24
LOSA Nº70	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	85	ALTO	42	42	58
LOSA Nº71	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	65	ALTO	71	71	29
LOSA Nº72	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	76	76	24
LOSA Nº73	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	71	71	29
LOSA Nº74	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	66	66	34
LOSA Nº75	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	63	63	37
LOSA Nº76	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	65	ALTO	59	59	41
LOSA Nº77	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	47	47	53
LOSA Nº78	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	68	68	32
LOSA Nº79	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	53	53	47
LOSA Nº80	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	55	55	45
LOSA Nº81	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	59	59	41
LOSA Nº82	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	60	ALTO	67	67	33
LOSA Nº83	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	60	ALTO	54	54	46

CALCULO PCI						
LOSA Nº	FALLAS /IDENTIFICACION	% DE DENSIDAD VISUAL	CALIDAD DE USO	GRADO SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO	PCI INDIVIDUAL
LOSA Nº84	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	55	ALTO	60	60	40
LOSA Nº85	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	49	49	51
LOSA Nº86	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	65	ALTO	60	60	40
LOSA Nº87	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	50	ALTO	57	57	43
LOSA Nº88	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	80	80	20
LOSA Nº89	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	70	ALTO	74	74	26
LOSA Nº90	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	80	ALTO	63	63	37
LOSA Nº91	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	75	ALTO	79	79	21
LOSA Nº92	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	100	ALTO	54	54	46
LOSA Nº93	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	47	47	53
LOSA Nº94	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	56	56	44
LOSA Nº95	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	55	55	45
LOSA Nº96	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	70	ALTO	63	63	37
LOSA Nº97	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	60	ALTO	60	60	40
LOSA Nº98	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	47	47	53
LOSA Nº99	GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE MEDIA A ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	80	80	20
LOSA Nº100	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	70	ALTO	78	78	22
LOSA Nº101	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	90	ALTO	60	60	40
LOSA Nº102	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	80	ALTO	47	47	53
LOSA Nº103	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES, DESCASCARAMIENTO, DESNIVELES	80	ALTO	58	58	42
LOSA Nº104	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	60	60	40
LOSA Nº105	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	65	65	35
LOSA Nº106	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	60	ALTO	71	71	29
LOSA Nº107	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	69	69	31
LOSA Nº108	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	78	78	22
LOSA Nº109	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	41	41	59
LOSA Nº110	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	56	56	44
LOSA Nº111	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	62	62	38
LOSA Nº112	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	59	59	41
LOSA Nº113	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	45	45	55
LOSA Nº114	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	60	60	40
LOSA Nº115	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	48	48	52
LOSA Nº116	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	47	47	53
LOSA Nº117	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	80	80	20
LOSA Nº118	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	75	ALTO	79	79	21
LOSA Nº119	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº120	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº121	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº122	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº123	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº124	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº125	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10

CALCULO PCI						
LOSA Nº	FALLAS /IDENTIFICACION	% DE DENSIDAD VISUAL	CALIDAD DE USO	GRADO SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO	PCI INDIVIDUAL
LOSA Nº126	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº127	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº128	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº129	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº130	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº131	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº132	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº133	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº134	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº135	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº136	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº137	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº138	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº139	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº140	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº141	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº142	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº143	BACHES, GRIETAS, DESCASCARAMIENTO PROFUNDOS Y DE ALTA SEVERIDAD	90	ALTO	90	90	10
LOSA Nº144	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	85	ALTO	85	85	15
LOSA Nº145	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	80	ALTO	80	80	20
LOSA Nº146	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	75	ALTO	75	75	25
LOSA Nº147	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	80	ALTO	80	80	20
LOSA Nº148	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	85	ALTO	75	75	25
LOSA Nº149	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	85	ALTO	80	80	20
LOSA Nº150	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	85	ALTO	75	75	25
LOSA Nº151	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	85	ALTO	65	65	35
LOSA Nº152	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	75	ALTO	70	70	30
LOSA Nº153	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº154	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	85	ALTO	85	85	15
LOSA Nº155	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	85	ALTO	60	60	40
LOSA Nº156	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	65	ALTO	75	75	25
LOSA Nº157	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	80	ALTO	60	60	40
LOSA Nº158	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	75	ALTO	85	85	15
LOSA Nº159	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	70	ALTO	70	70	30
LOSA Nº160	CHES, GRIETAS, FISURAS EN DIFERENTES DIRECCION Y DE SEVERIDAD MEDIA -AL	80	ALTO	85	85	15

Trabajos de exploración y muestreo

Estudio Geotécnico con fines de diseños de pavimento articulado

El presente estudio geotécnico, contiene registros de superficie, investigación geotécnica, ensayos de laboratorio y los respectivos análisis con las conclusiones y recomendaciones.

El área de estudio se encuentra ubicada en el Terminal Portuario del Callao, en la Provincia Constitucional del Callao, a 14 Km. del centro de Lima, Departamento de Lima.

Metodología

Con el objeto de cumplir con el programa de trabajo, se efectuaron las siguientes diligencias:

- Inspección visual de campo
- Investigación de campo (Calicatas, SPT, Densidad)
- Ensayos de laboratorio
- Elaboración del perfil estratigráfico

Investigación de campo

Los trabajos de exploración de campo fueron realizados entre los días 23, 24, 25 y 26 de octubre del 2018.

En éste estudio se realizaron 12 excavaciones manuales a cielo abierto que se nombran calicatas, con profundidades variables, finalmente para concluir se realizaron 06 ensayos de penetración estándar (SPT).

Excavación de calicatas

Con el objeto de nivelar los distintos estratos de suelo y su constitución, se establecieron doce excavaciones manuales a cielo abierto (calicatas), alcanzando profundidades variables.

En cada una de las calicatas se realizó el registro de excavación de acuerdo a la norma ASTM D-2488. Se tomaron muestras disturbadas de las calicatas las cuales fueron

identificadas eficazmente y embaladas en bolsas de polietileno que fueron remitidas al laboratorio para la ejecución de los ensayos convenientes.

En el cuadro N° 1.0 se presenta una sinopsis de las calicatas ejecutadas en el área en evaluación.

Tabla 8. Resumen de calicatas.

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	N° de Muestras Alteradas
C - 1	2.50	NA	2
C - 2	2.50	2.30	2
C - 3	2.50	2.50	1
C - 4	2.50	2.50	2
C - 5	2.50	2.30	1
C - 6	2.50	2.00	1
C - 7	2.50	NA	2
C - 8	2.50	2.00	2
C - 9	2.50	2.50	2
C - 10	2.50	2.00	1
C - 11	2.50	2.30	2
C - 12	2.50	2.30	2

N.A.: No alcanzado

Ensayo de densidad in situ

Se realizaron 07 ensayos de densidad de campo con el fin de señalar la densidad del terreno de fundación.

Dichos resultados son declarados en el cuadro N° 2.0 en el cual se descubren los valores de densidad húmeda, densidad seca y contenido de humedad.

Tabla 9. Resumen de los Ensayo de Densidad de Campo.

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	C.H. (%)	Densidad Húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (gr/cm ³)
C - 1	M-1	1.90	ML	16.60	1.76	1.51
C - 2	M-2	1.80	CL	30.50	1.78	1.36
C - 5	M-3	1.70	SM	17.00	1.77	1.51
C - 7	M-4	1.90	CL	18.10	1.75	1.48
C - 8	M-5	1.80	SM	19.90	1.77	1.48
C - 11	M-6	1.60	SM	16.10	1.76	1.52
C - 12	M-7	1.80	SM	18.40	1.77	1.50

C.H: Contenido de humedad.

Ensayos de penetración estándar (SPT)

Con el objeto de valorar los factores de resistencia del suelo de fundación se han ejecutado un total de 06 ensayos de penetración estándar (SPT). Estos sondajes han sido denominados SPT-1, SPT-2, SPT-3, SPT-4, SPT-5 y SPT-6 ubicados convenientemente en el área de estudio.

Describe el proceso conocido como Ensayo de Penetración Estándar (SPT), de hincar un muestreador de caña partida para obtener una muestra representativa de suelo y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreador

Es generosamente utilizado en la gran totalidad de proyectos de exploración geotécnica, y por tanto pueden existir correlaciones locales de la cuenta de golpes N, con el comportamiento en ingeniería de obras de tierra y fundaciones.

Tiene como referencia normativa a NTP 339.134 SUELOS. Método para la Clasificación de Suelos con propósitos de Ingeniería.

El cuadro N° 3.0 se exhibe un resumen de los ensayos de penetración estándar (SPT) y las profundidades alcanzadas.

Tabla 10. Resumen de los ensayos SPT.

Sondaje	Profundidad (m)
SPT-1	2.75
SPT-2	2.75
SPT-3	3.45
SPT-4	2.60
SPT-5	1.45
SPT-6	2.45

Ensayos de laboratorio

Ensayos estándar

Con las muestras perturbadas obtenidas de las calicatas, se ejecutaron ensayos estándar de categorización de suelos y de propiedades físicas consistentes en: análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg (líquido y plástico), contenido de humedad, Proctor modificado y CBR

Los ensayos se ejecutarán siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- | | |
|--|-------------|
| - Análisis granulométrico por tamizado | ASTM D-422 |
| - Límites de Atterberg | ASTM D-4318 |
| - Contenido de humedad | ASTM D-2216 |
| - Clasificación SUCS | ASTM D-2487 |
| - <u>Proctor modificado</u> | ASTM D 1557 |
| - CBR | ASTM D 1883 |

En el subsiguiente cuadro se presenta un resumen de los ensayos estándar ejecutados.

Tabla 11. Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos.

Calicata / Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Granulometría (%)			Límites (%)			C.H. (%)	Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L	L.P.	I.P.		
C1	M1	0.25-0.40	49.94	43.6	6.5	0,0	0,0	0,0	8.80	SM
	M2	1.20-2.50	0,0	0,0	0,0	22.5	15.5	7	16.60	ML
C2	M1	0.20-0.40	52.29	40.8	6.9	0,0	0,0	0,0	7.70	GM
	M2	1.30-2.50	0,0	0,0	0,0	30.2	18.1	12.1	30.50	CL
C3	M1	1.50-2.50	0,0	0,0	0,0	21.8	16.5	5.3	14.00	SM
C4	M1	0.25-0.35	51.91	39.9	8.1	0,0	0,0	0,0	9.30	GM
	M2	1.35-2.50	0,0	0,0	0,0	20.1	15.9	4.2	14.50	SM
C5	M1	1.10-2.50	0,0	0,0	0,0	21.5	16.5	5.0	17.00	SM
C6	M1	1.30-2.50	0,0	0,0	0,0	22.5	16.3	6.2	19.80	SM
C7	M1	0.20-0.40	49.81	44.2	6.0	0,0	0,0	0,0	7.50	GM
	M2	1.00-2.50	0,0	0,0	0,0	29.1	17.1	12.0	18.10	CL
C8	M1	0.25-1.30	48.1	44.1	7.8	0,0	0,0	0,0	9.60	SM
	M2	1.30-2.50	0,0	0,0	0,0	20.3	16.1	4.2	19.90	SM
C9	M1	0.30-1.00	0,0	0,0	0,0	21.4	16.2	5.2	5.00	SM
	M2	1.00-2.50	0,0	0,0	0,0	19.7	16.4	3.3	15.10	SM
C10	M1	0.20-2.50	34.25	55.8	9.9	0,0	0,0	0,0	14.90	SM
C11	M1	0.00-0.30	0,0	0,0	0,0	20.6	17.3	3.3	6.80	SM
	M2	1.20-2.50	0,0	0,0	0,0	20.8	17.6	3.2	16.10	SM
C12	M1	0.30-1.00	81.94	16.9	1.1	0,0	0,0	0,0	3.00	GP
	M2	1.00-2.50	0,0	0,0	0,0	20.8	17.6	3.2	18.40	SM
SPT-03	M1	1.20-1.65	0,0	0,0	0,0	22.6	16,0	6.6	17.10	SM
	M2	2.20-2.65	0,0	0,0	0,0	30.2	17.3	12.9	26.00	CL
SPT-04	M1	1.00-1.45	0,0	0,0	0,0	20.2	16.3	3.9	15.80	ML
	M2	2.00-2.45	0,0	0,0	0,0	20.1	15.8	4.3	22.60	ML
SPT-05	M1	1.00-1.45	0,0	0,0	0,0	21.8	16.1	5.7	20.50	GM
	M2	2.00-2.45	0,0	0,0	0,0	21.5	15.0	6.5	25.60	ML
SPT-06	M1	2.00-2.45	0,0	0,0	0,0	23.6	15.9	7.7	35.80	CL-ML

L.L: Límite líquido

L.P: Límite plástico

CH: Contenido de humedad

Ensayos Proctor modificado de suelos

Con el propósito de estar al tanto de la capacidad de puntal del material de relleno y del terreno de fundación, se efectuó el ensayo de Próctor Modificado de las muestras extraídas en 4 Calicatas

El ensayo se ejecutó siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). La norma para este ensayo es la siguiente:

- Próctor Modificado ASTM D-1557

En el siguiente Cuadro se presenta el Resumen del resultado del laboratorio:

Tabla 12. Resumen de los ensayos Próctor de suelo (ASTM D - 1557).

Calicata	Muestra	Densidad Máxima (gr/cm ³)	Humedad Optima (%)
C - 1	M-2	1.892	13.10
C - 8	M-2	2.186	7.70
C - 7	M-2	1.922	12.80
C - 2	M-1	2.180	7.20

Ensayos CBR

Con el propósito de conocer la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y poder apreciar la calidad del terreno para subrasante, subbase y base del pavimento, se realizó el ensayo de CBR de las muestras extraídas de las 4 calicatas arriba indicadas.

El ensayo se ejecutó siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). Es decir se efectuó bajo condiciones controladas de humedad y densidad

La norma para el ensayo de CBR es la ASTM D 1883

En el siguiente Cuadro se presenta el Resumen del resultado del laboratorio:

Tabla 13. Resumen de los ensayos CBR de suelo (ASTM D - 1883).

Calicata	Muestra	CBR al 100% (%)	CBR al 95% (%)
C - 1	M-2	25.00	18.00
C - 8	M-2	86.00	42.50
C - 7	M-2	29.00	11.00
C - 2	M-1	60.00	39.00

Perfil estratigráfico de calicatas

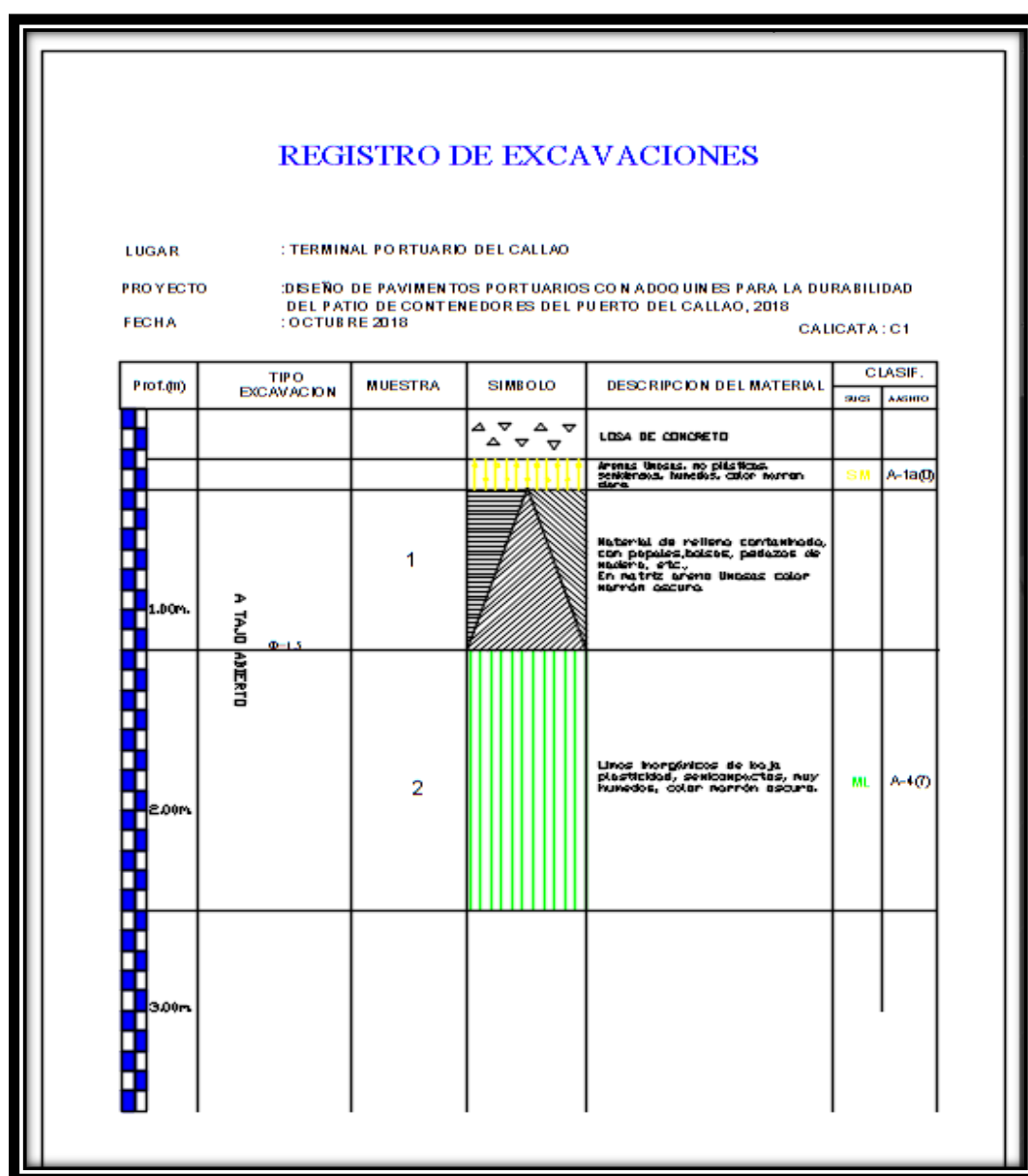


Figura 23. Registro de Excavación de Calicata N° 01.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

LUGAR : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO

PRO YECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES PARA LA DURABILIDAD
DEL PATIO DE CONTENEDORES DEL PUERTO DEL CALLAO, 2018

FECHA : OCTUBRE 2018

CALICATA: C2

Prof.(m)	TIPO EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF.	
					GRUPO	ASHTO
				LOSA DE CONCRETO		
				Arenas limpias, no plásticas, semidensas, húmedas, color marrón claro.	GM	A-1a (0)
				LOSA DE CONCRETO		
1.00m	A TAD ABIERTO $\phi=1.5$			Material de relleno contaminado, con papales, bolsas, pedruzcos de madera, etc., En matriz arena limpias color marrón oscuro.		
2.00m		2		Ardillas inorgánicas de mediana plasticidad, semiconpactas, muy húmedas, color marrón oscuro	CL	A-6 (0)
3.00m						

Figura 24. Registro de Excavación de Calicata N° 02.

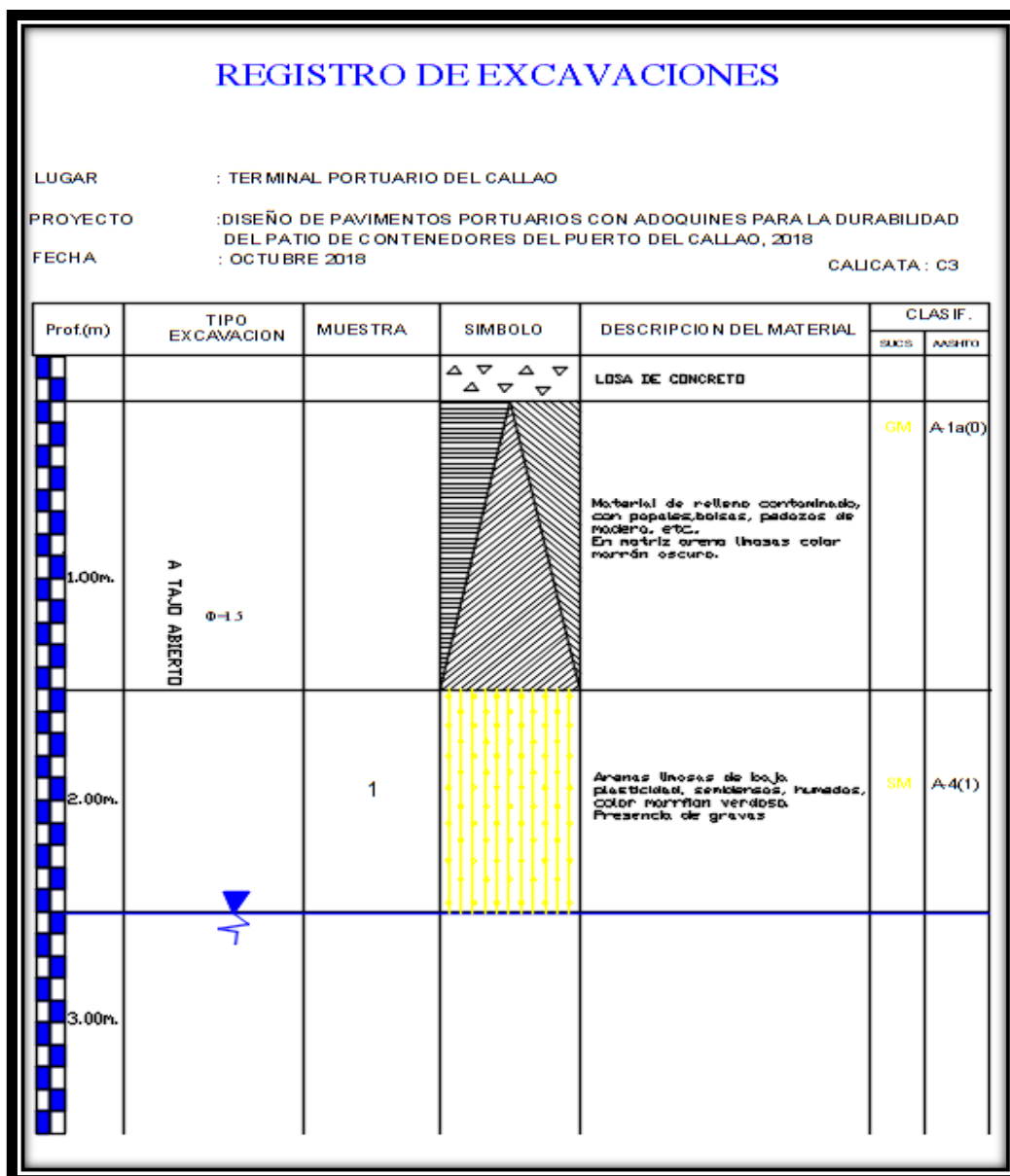


Figura 25. Registro de Excavación de Calicata N° 03.

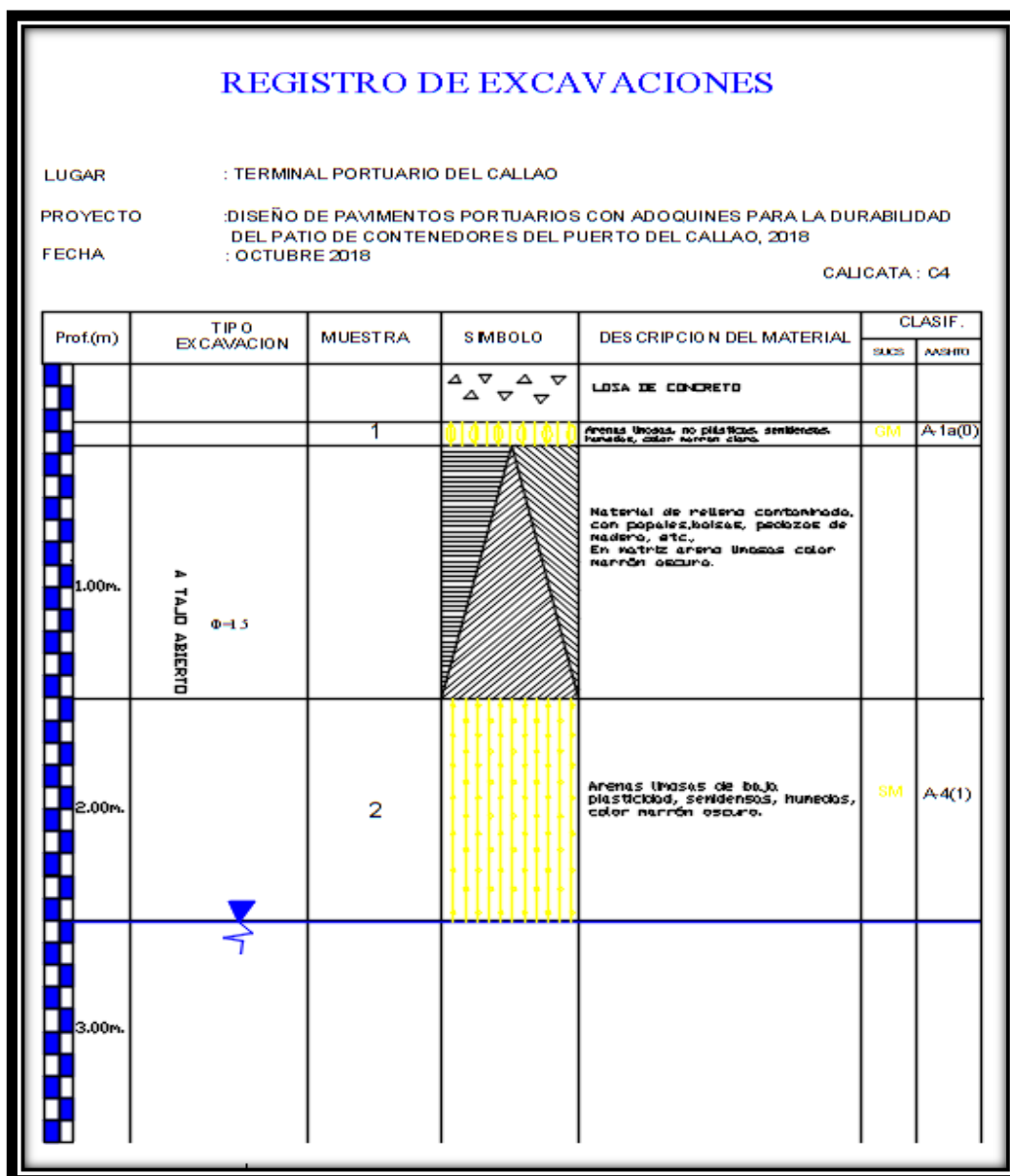


Figura 26. Registro de Excavación de Calicata N° 04.

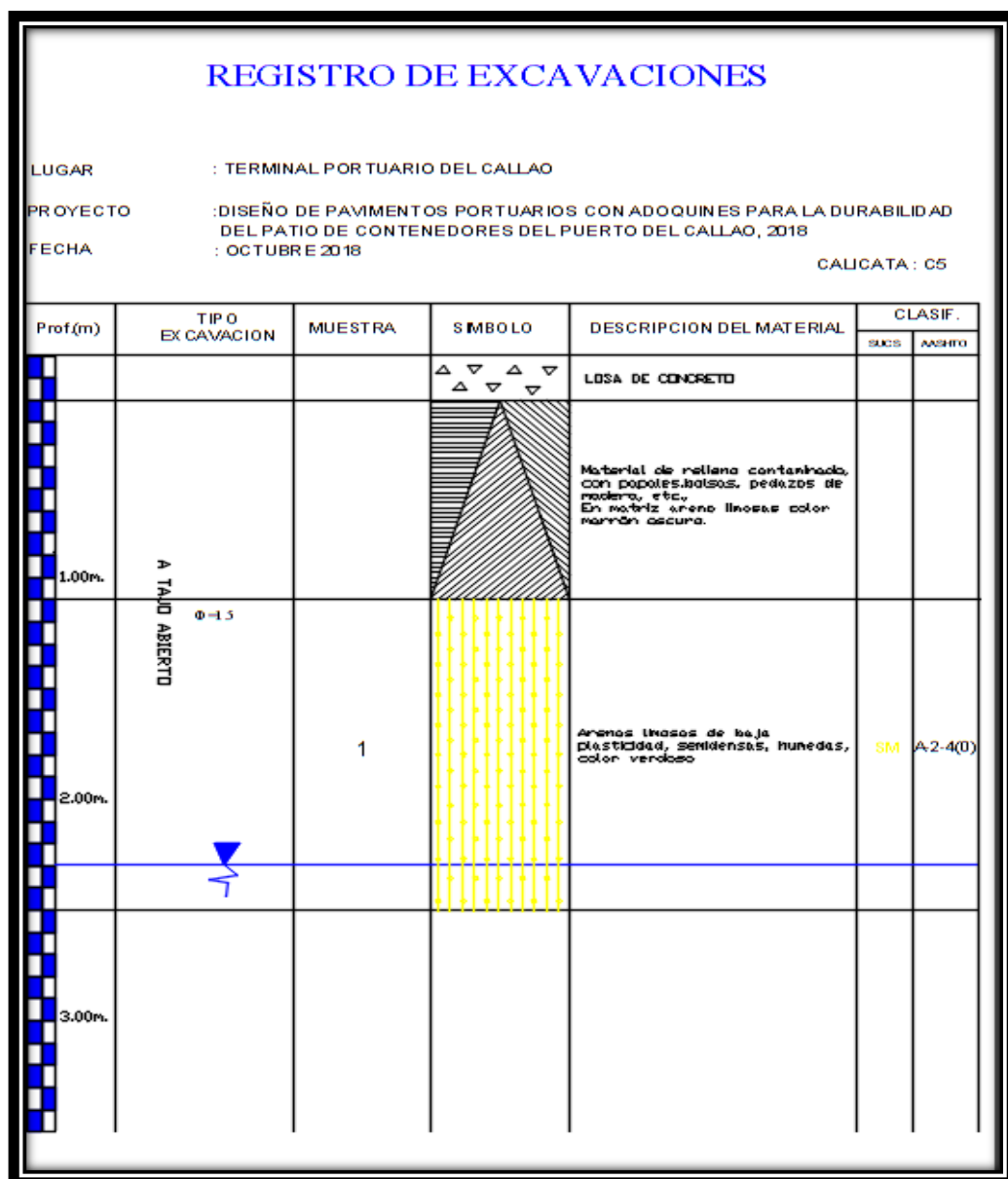


Figura 27. Registro de Excavación de Calicata N° 05.

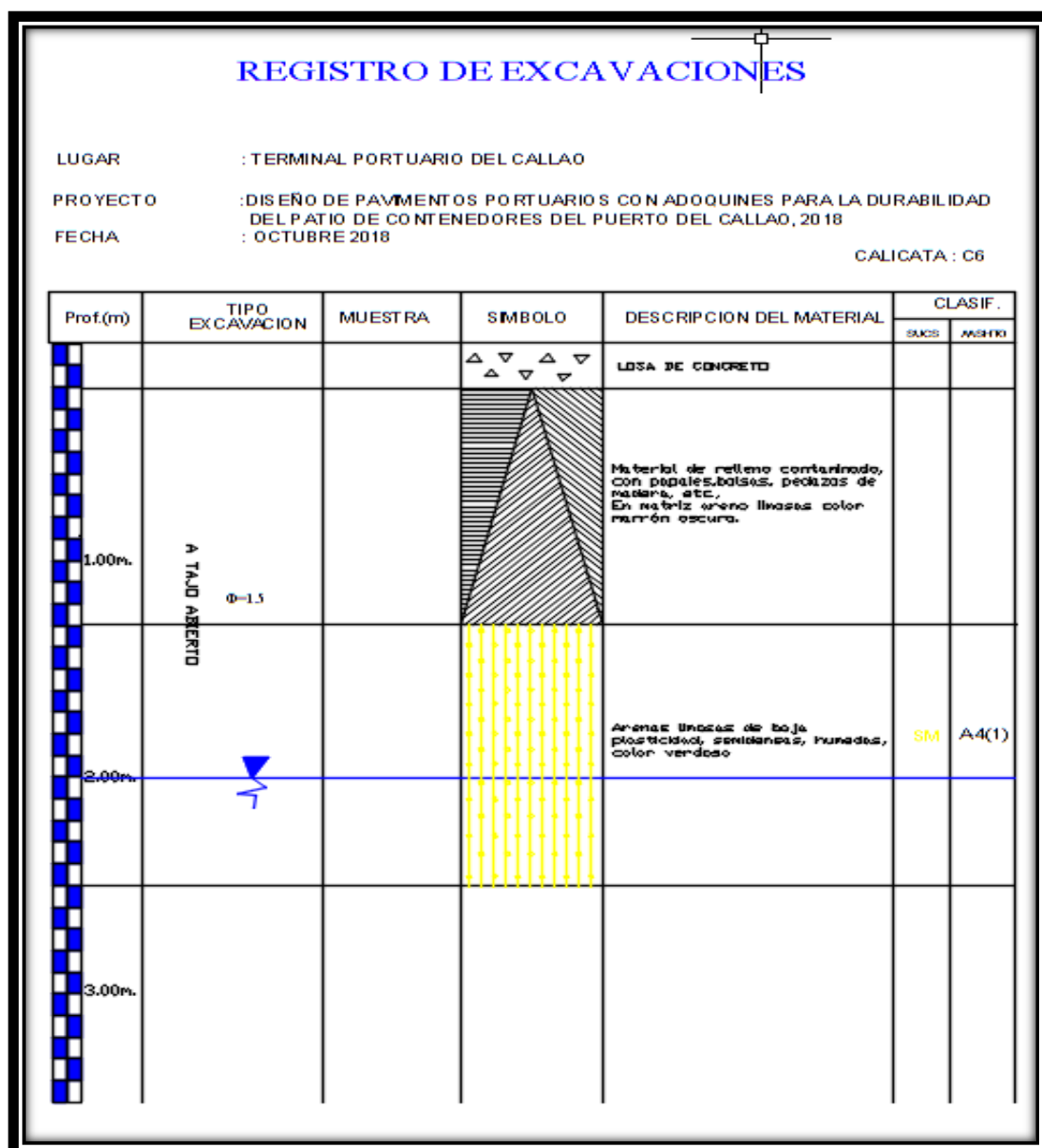


Figura 28. Registro de Excavación de Calicata N° 06.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

LUGAR : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES PARA LA DURABILIDAD
DEL PATIO DE CONTENEDORES DEL PUERTO DEL CALLAO, 2018

FECHA : OCTUBRE 2018

CALICATA : C7

Prof.(m)	TIPO EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF.	
					SUCS	ASHMO
				LOSA DE CONCRETO		
		1		Arenas limosas, no plásticas, semidensas, húmedas, color marrón claro.	GM	A-1a(0)
1.00m.	A TAJADO ABIERTO Φ=1.5			Material de relleno contaminado, con papeles, bolsas, pedruzcos de madera, etc. En matriz arena limosa color marrón oscuro.		
2.00m.		2		Arcillos inorgánicos de baja plasticidad, semiconductos, húmedos, color marrón oscuro.	CL	A-6(5)
3.00m.						

Figura 29. Registro de Excavación de Calicata N° 07.

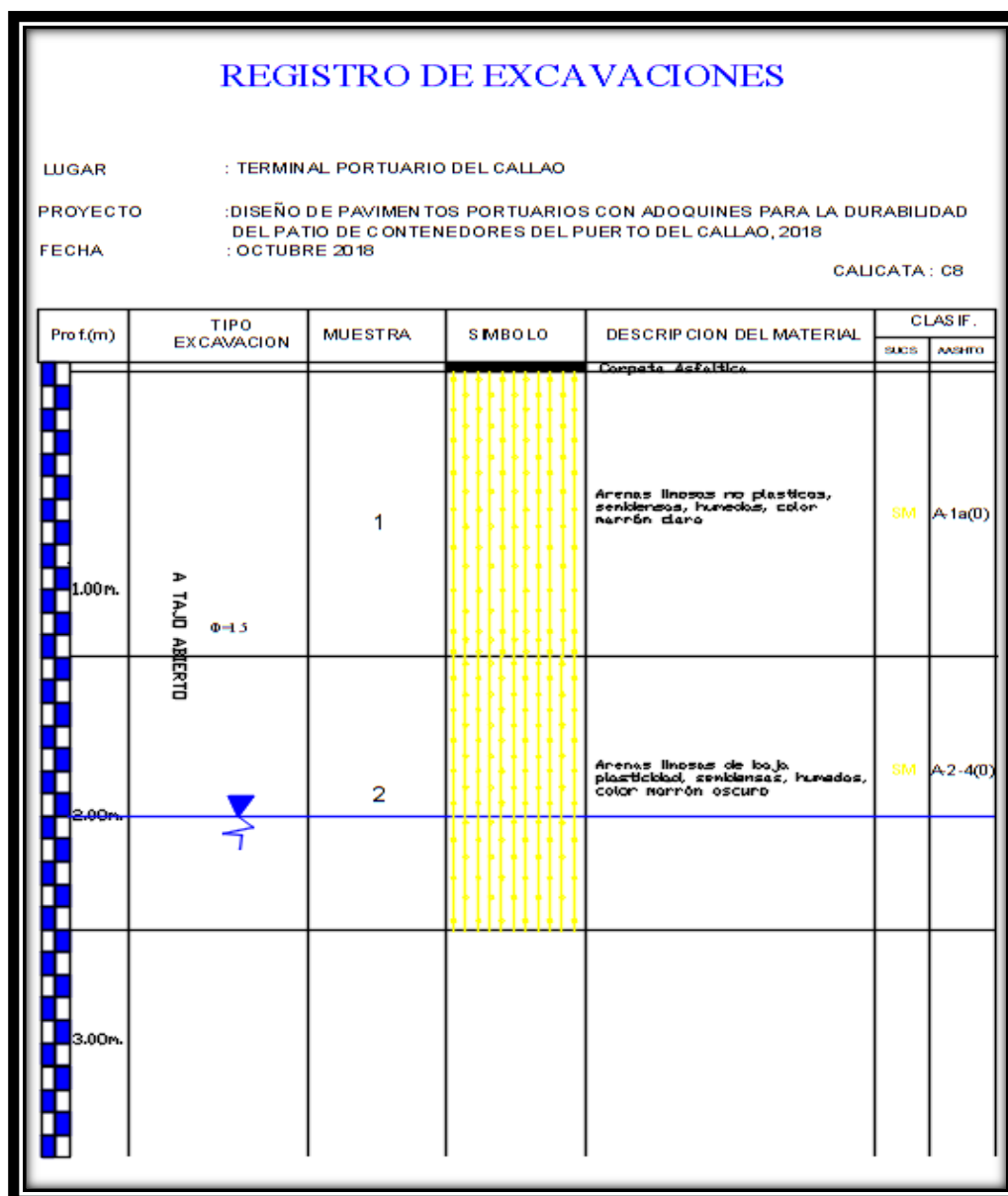


Figura 30. Registro de Excavación de Calicata N° 08.

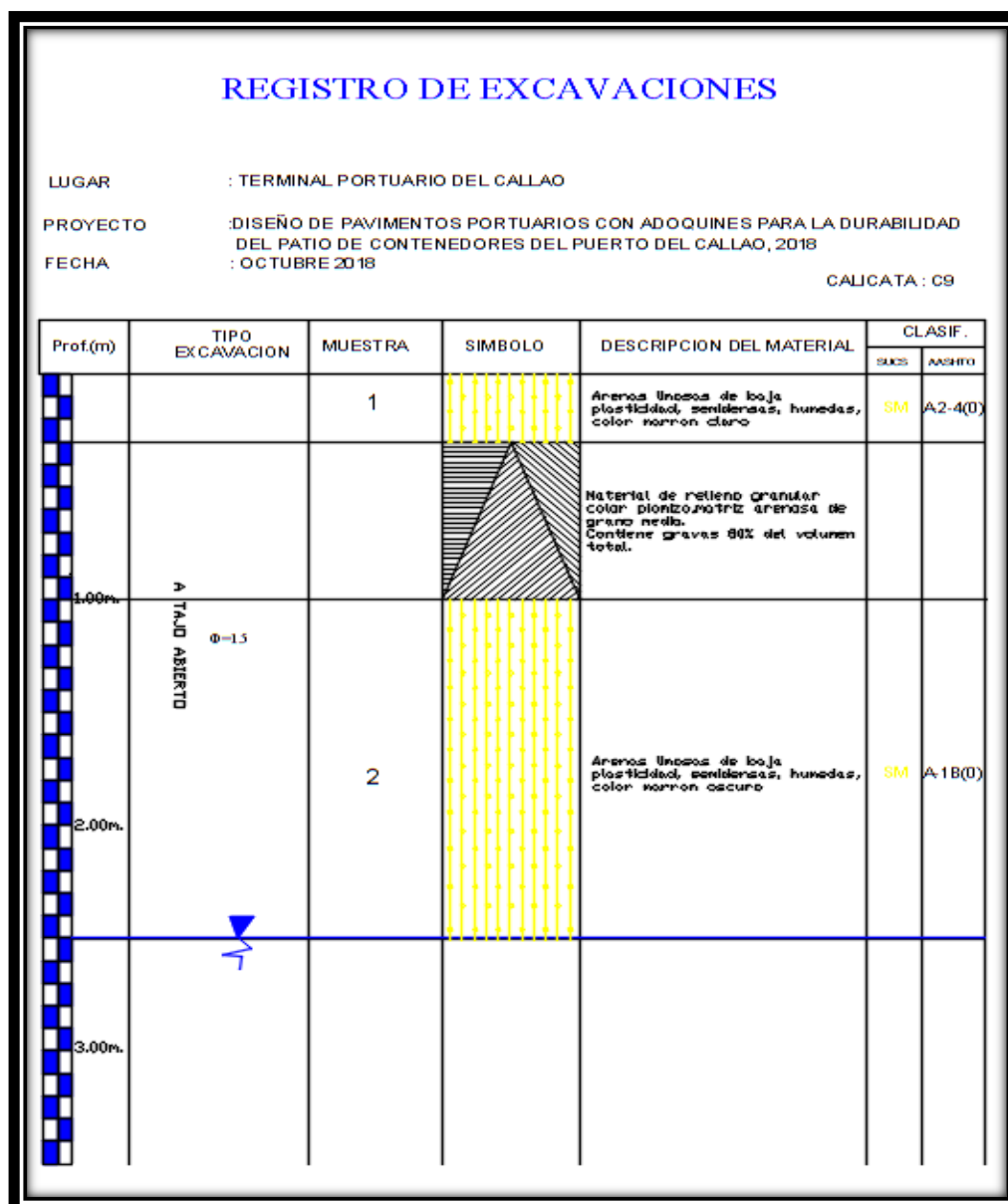


Figura 31. Registro de Excavación de Calicata N° 09.

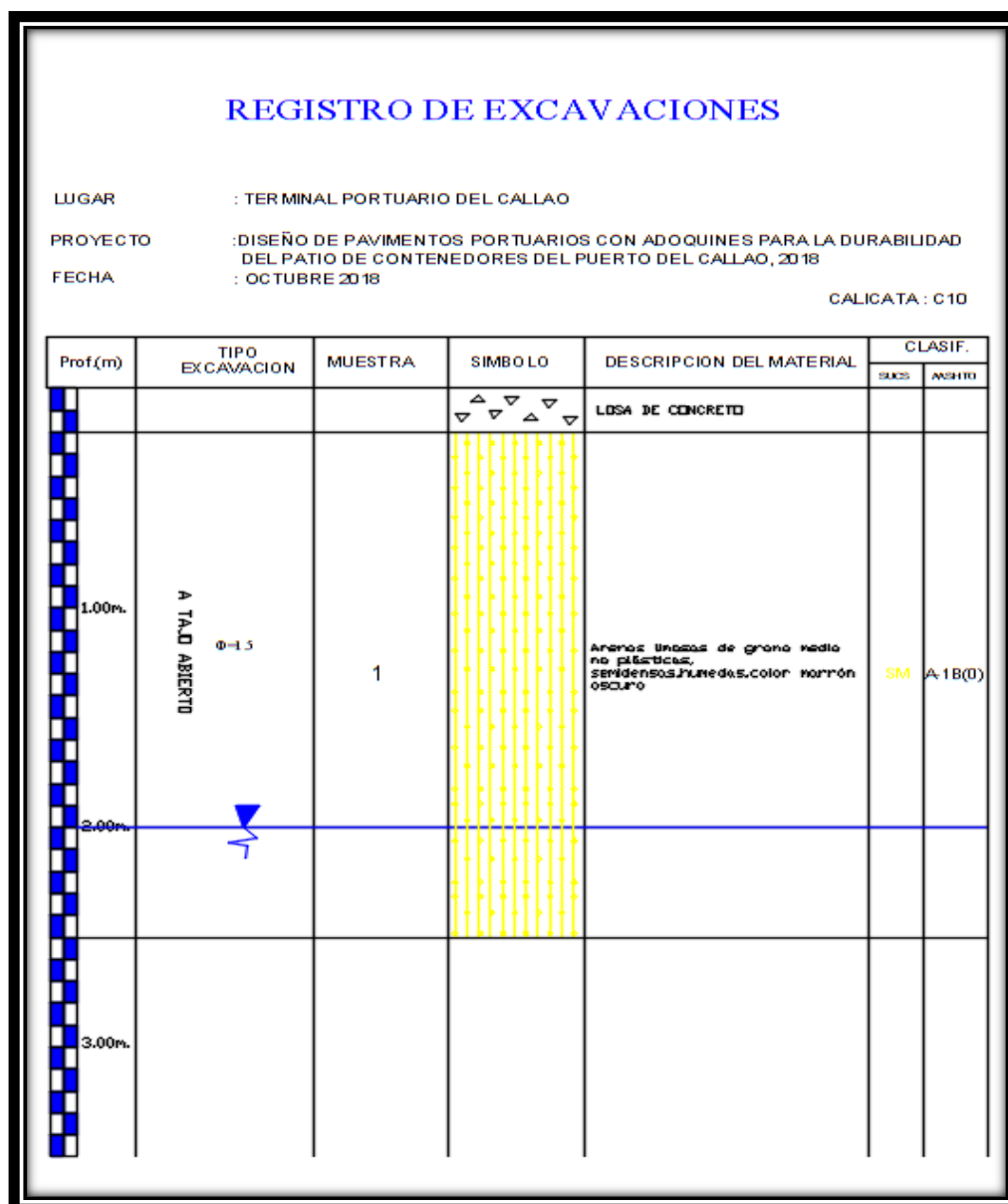


Figura 32. Registro de Excavación de Calicata N° 10.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

LUGAR : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADQUINES PARA LA DURABILIDAD
DEL PATIO DE CONTENEDORES DEL PUERTO DEL CALLAO, 2018

FECHA : OCTUBRE 2018

CALICATA : C11



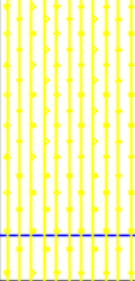
Prof.(m)	TIPO EXCAVACION	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF.	
					SUCS	USHTO
		1		Arenas limosas de baja plasticidad, semidensas, húmedas, color marrón claro	SM	A-4(1)
1.00m.	A TAJADO ABIERTO $\phi=1.5$			Material de relleno granular color plomo, matriz arenosa de grano medio, contiene grava 80% del volumen total.		
2.00m.		2		Arenas limosas de baja plasticidad, semidensas, húmedas, color marrón oscuro	SM	A-2-4(0)
3.00m.						

Figura 33. Registro de Excavación de Calicata N° 11.

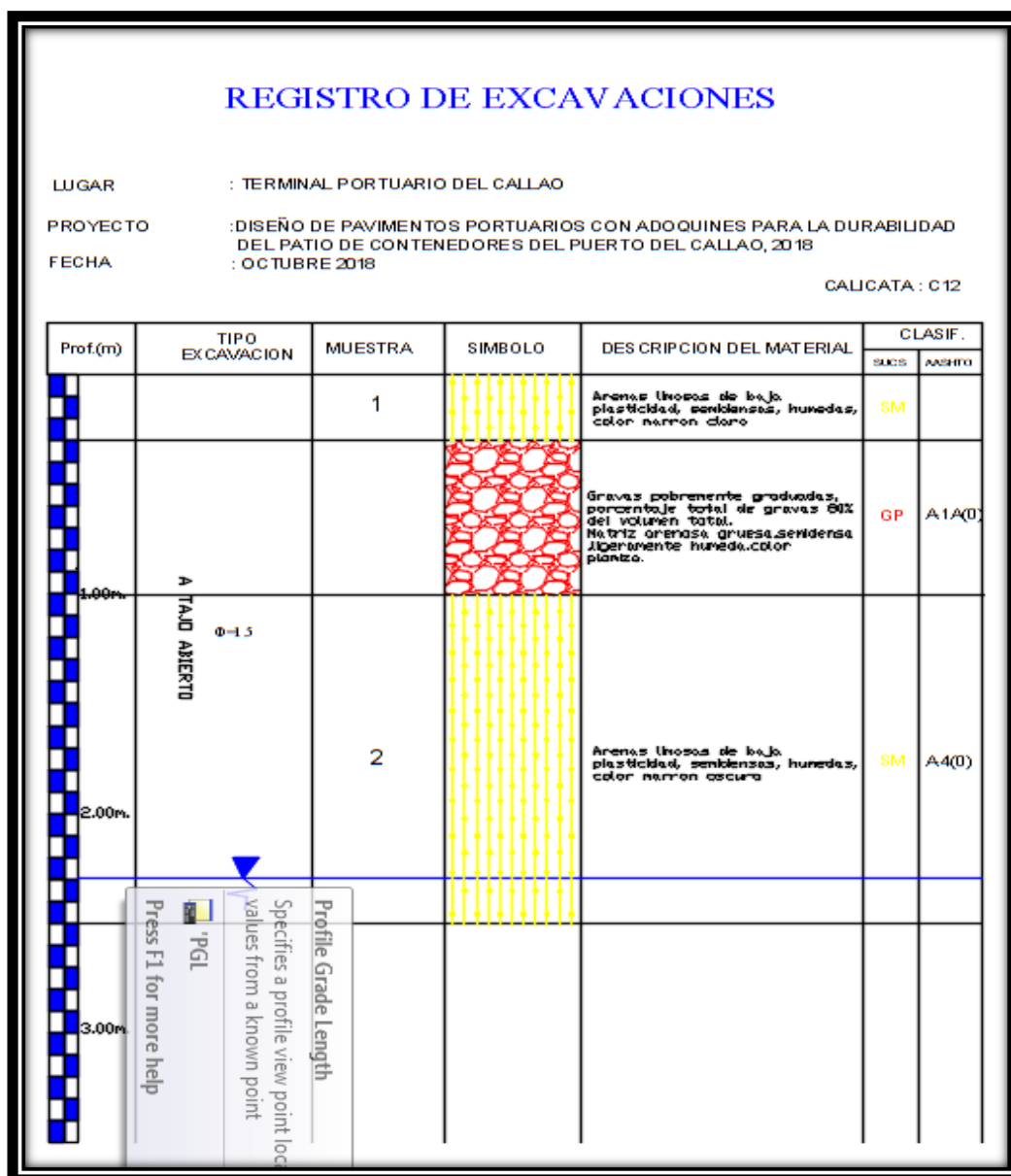


Figura 34. Registro de Excavación de Calicata N° 12.

Pruebas de densidad

Determinación de la Densidad del Suelo en el Terreno (Método del Cono de Arena). El método del cono de arena es una manera indirecta de alcanzar el volumen del agujero hecho sobre el área del suelo. La arena que se emplea es habitualmente material que transita por el tamiz N° 20 y que se descubre ponderada por el tamiz N° 30, para así conseguir una arena uniforme evitando problemas de segregación.

Como una guía, la ASTM propone los consecutivos criterios para la elección del volumen del agujero y la dimensión de la muestra para el contenido de humedad; con la intención de obtener resultados razonables en el ensayo.

• Procedimiento

- Se cargó el recipiente del aparato de cono de arena, repleto de arena para lograr su peso inicial igual para todos los casos (5800 gr.).
- Se cavó 12 calicatas hasta (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11 y C12) una profundidad de 2.50 m., se arregló la superficie del suelo de modo que quedó nivelada.
- Se instaló la placa de base del cono de arena y se procedió a excavar un agujero, almacenando afinadamente todo el suelo removido de este.

Con la válvula sellada, se volteó boca-bajo el aparato del cono de arena sobre la placa y se abrió la válvula, una vez que la arena cesó de caer en el boquete, se obstruyó la válvula y se levantó en conjunto.



Figura 35. Ensayo de campo.

A continuación, se rescató toda la arena calibrada posible del agujero y la placa. Se pesó el aparato circunscribiendo la arena que permaneció, luego se pesó el material que fue sacado del boquete y se recogió un modelo distintivo para la determinación del contenido de humedad.



Figura 36. Determinación de contenido de humedad.

Contenido de humedad

La determinación del contenido de humedad es un ensayo de laboratorio para establecer la cantidad de agua presente en un suelo.

La humedad o contenido de líquido en la muestra de suelo, es la relación que existe entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra seca, indicada en porcentaje.

$$\omega \% = 100 \times \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}}$$

- **Equipos utilizados**

- Balanza eléctrica con aprox. 0.01 grs.
- Horno.
- Espátula.
- Recipientes (tara).

- **Procedimiento**

- Se apartó receptáculos enumerados y con sus concernientes pesos.
- Se pesó dichos recipientes con las muestras húmedas y se instaló en el horno hasta secarlas, luego de que las muestras están secas, se vuelven a pesar con el recipiente, consiguiendo así el contenido de humedad.



Figura 37. Peso del material.



Figura 38. Colocación de muestra al horno.

Análisis granulométrico

La resolución del análisis granulométrico es la distribución de las partículas de una superficie en cuanto a su dimensión, esta distribución se ejecuta por un procedimiento de tamizado inmediatamente de haber apartado los finos por lavado, dejándose luego escurrir para franquear a través de los tamices que van de un diámetro mayor a menor.

La información emanada del análisis granulométrico se exhibe en forma de curva, a partir de dicha elipse se pueden alcanzar los diámetros característicos tales como D_{10} , D_{30} , D_{60} , etc. El D se describe al tamaño del grano (diámetro) y el subíndice (10, 30, 60) es el porcentaje de material más fino.

Coeficiente de uniformidad C_u .- Indicación de la variación (rango) del tamaño de los partículas concurrentes en la muestra.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Coeficiente de Concavidad C_c .- Es una medida de la forma de la curva entre D_{60} y D_{10} , valores de C_c muy diferentes de 1.0 indican que falta una serie de diámetros entre los volúmenes proporcionadas al D_{10} y D_{60} .

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{10} D_{60})}$$

• Procedimiento

De cada calicata (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11 y C12) se admitió una modelo, la cual se instaló cada una en recipientes preliminarmente plúmbeo, luego se cargaron los recipientes con cada una de las muestras y se procedió al lavado para aislar los finos; una vez higienizadas todas las muestras se escurren en el horno y luego se pesan.

Se llevó la muestra al juego de tamices (los más gruesos arriba y finos abajo, ordenadamente) y se sacudió con movimientos rotatorios.



Figura 39. Tamices.

Se pesó el material del superior tamiz en la balanza eléctrica, se colocó en un recipiente aislado y se almacenó hasta terminar el ensayo. Se repitió el proceso con los sucesivos tamices más pequeños, los tamices más finos se invirtieron sobre un envase y se raspó con un cepillo



Figura 40. Peso del mayor con el material.



Figura 41. Muestra para la calicata 1.

Limite líquido y limite plástico

Para efectuar este ensayo utilizamos muestras de dimensión inferior al tamiz 0.5 (esencialmente arcillas) y la combinamos empleando espátulas, inmediatamente colmamos la cuchara y le formamos un surco con el acanalador normalizado. Una vez hemos hecho el surco vamos detallando los golpes que le proporcionamos a la cucharilla mediante la manivela y no suspendemos de dar golpes hasta que las dos mitades apartadas por el surco se toquen, o que el número de golpes sea mayor de 40 (muestras por poco secas).

- **Procedimiento**

- Limite liquido

Se obtuvo una muestra de la calicata C-5 a los 2.00m. de profundidad y se hizo pasar por el tamiz N° 40 la muestra natural sin desaguar al horno, esta cantidad se puso en un recipiente y se mezcló diligentemente hasta constituir una estructura uniforme, cremosa.

Se situó en la cazuela para el ensayo de límite líquido, sin llenarla en su conjunto, solo su parte frontal como se muestra en la foto



Figura 42. Colocación del material.

- **Limite plástico**

$$IP = wL - wP$$

Se dividió un segmento de muestra de la superficie que se había separado anteriormente para la preparación de la muestra para límite acuoso, se hizo una bolita y se enrolló el suelo con la mano extendida sobre una superficie lisa, con presión apta para modelarlo en forma de cilindro o hilo de diámetro uniforme por la operación de unos 80 a 90 golpes o movimientos de mano por minuto y romperse a un diámetro de 3mm, pero nuestra muestra se rompió antes por la mitad como se observa en la figura. Por lo que se detalla que no posee flexibilidad.



Figura 43. Ensayo.

Proctor modificado

Para hallar este factor lo que forjamos es efectuar 4 ensayos con un igual suelo (uno por saco de muestra dispuesta) pero con distintas humedades de forma que después de haber elaborado las compactaciones conseguiremos 4 consistencias de este suelo para 4 humedades distintas, no obstante estas no son las humedades óptimas, pero sí que conseguimos utilizar para alcanzar la humedad óptima mediante interposición.

Es decir que instalando los 4 valores obtenidos en una gráfica Densidad respecto % Agua, obtendremos 4 puntos que nos permitirán delinear una curva, de manera que el punto más alto de la curva será el de mayor densidad y por tanto el de la humedad imponderable.

- **Procedimiento**

Para este ensayo se tomó material de la calicata C-2 (profundidad 0.80m.-2.00m.), se trituró el material con un rodillo y se procedió a pasarlo por el tamiz N° 4, la parte retenida fue desechada pero a su vez sustituida con material de la misma muestra de suelo. Una vez tamizada la muestra, se extrajo una porción de ella para obtener su contenido de humedad.



Figura 44. Proctor Modificado - Remoldeado



Figura 45. Ensayo del Proctor modificado.

Ensayos de valor relativo de soporte o CBR

Para este ensayo se tomó una muestra de suelo de 50 Kg. alrededor de, se pulverizó el material con un rodillo y se procedió a pasarlo por el tamiz N° 4, la parte retenida fue desechada pero a su vez substituida con material de la misma muestra de suelo. Una vez tamizada la muestra, se extirpó una porción de ella para conseguir su contenido de humedad.

La muestra fue situada en una fuente y se fragmentó en 05 mantas para su ulterior compactación y el molde fue pesado sin su collar y luego se derivó a ensamblarlo ajustando el molde a la base e encajando el disco espaciador el cual fue cubierto con papel filtro.

Siguiendo la Norma ASTM D1883, se procedió a petrificar el suelo por mantas, siendo el número de golpes de: 63, 23 y 13. Posterior a la compactación, se quitó el collar y se enrasó la muestra gradualmente hasta suavizarla en el molde. Se tomaron las lecturas del deformímetro. El ensayo se repitió para los 3 ejemplares, es decir, para los 59, 26 y 13 golpes correspondientes y luego de desmontar los moldes de la máquina de CBR, se sumergieron en agua de forma que ésta cubriera la parte superior e inferior de los moldes. Ajustado el deformímetro de expansión y asentado el tiempo de inicio, se concibieron lecturas a: 0, 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas de



tiempo acontecido. Al final de las 96 horas de inmersión, se sacaron las muestras y se dejaron desaguando por espacio de 15 min. para luego proceder a ser pesadas sin extraerles el molde.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado

Calve Laboratorio. : 1280.07
 Ensayos : Estándar de clasificación
 Normas : ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487

Ubicación (Km)	
Tipo de Exploración	Calicata
N° de Exploración	C ₁
N° de Muestra	M ₁
Profundidad del Nivel Freático (m)	-
Profundidad del Estrato (m)	0.25-0.40

Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-1A(0)

PESO ESP. RELATIVO DE SOLIDOS (S _s)	
PESO ESPECIFICO NATURAL (g)	-
HUMEDAD NATURAL (w)	8.80%
LIMITE LIQUIDO (LL)	
LIMITE PLASTICO (LP)	
INDICE PLASTICO (IP)	
LIMITE DE CONTRACCION (LC)	-

GRAVAS	49.94%	GRUESAS	7.1%
		FINAS	42.80%

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
% Acumulado Que Pasa	Pulg.	(mm)	
	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	91.7
	19.050	3/4"	84.6
	12.700	1/2"	75.2
	9.525	3/8"	68.4
	6.350	1/4"	56.1
	4.760	N°4	50.1
	2.000	N° 10	34.0
	0.840	N° 20	25.0
	0.420	N° 40	18.5
	0.250	N° 60	15.1
	0.149	N° 100	10.6
	0.074	N° 200	6.5
D10 (mm)		0.140	Cu 43.57
D30(mm)		0.750	Cc 0.66
D60(mm)		6.100	

ARENAS	43.6%	GRUESAS	16.0%
		MEDIAS	15.6%
		FINAS	12.0%
FINOS	6.5%		

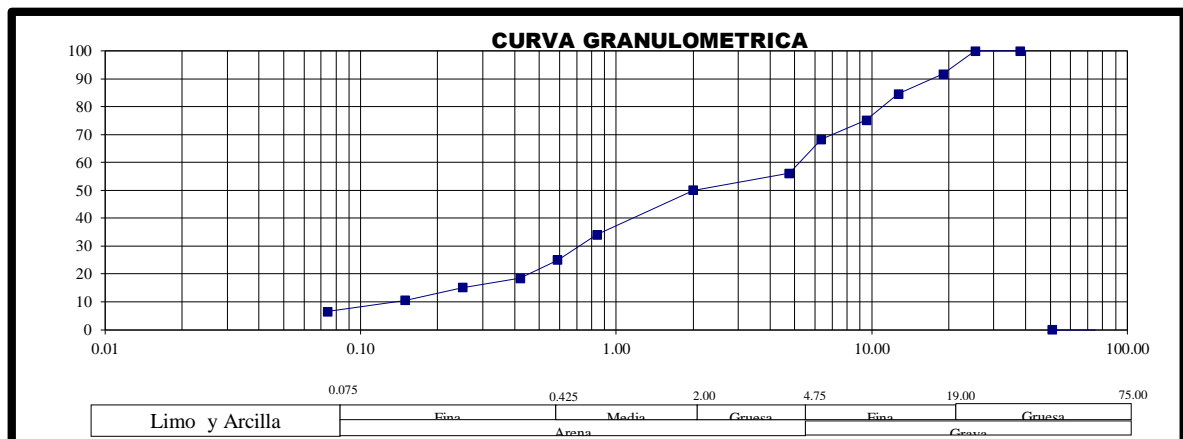


Figura 46. Ensayo de Calicata N° 01 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los resultados del estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-1), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin flexibilidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene 49,94% de grava, 43,6% de arena y 6,5% de finos. Tiene un 8,8% de humedad. No presenta Límite de Atterberg.

Calve Laboratorio. : 1280.07
 Ensayos : Estándar de clasificación
 Normas : ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487

Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración		Calicata
N° de Exploración		C ₁
N° de Muestra		M ₂
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)		1.20-2.50

Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4(7)

PESO ESP. RELATIVO DE SOLIDOS (S _s)	
PESO ESPECIFICO NATURAL (g)	-
HUMEDAD NATURAL (w)	16.60%
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	22.50
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	15.50
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	7.00
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	-

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
% Acumulado Que Pasa	Pulg.	(mm)	
	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	100.0
	19.050	3/4"	100.0
	12.700	1/2"	98.1
	9.525	3/8"	98.1
	6.350	1/4"	96.7
	4.760	N°4	95.8
	2.000	N° 10	92.7
	0.840	N° 20	89.2
	0.420	N° 40	86.9
	0.250	N° 60	84.8
	0.149	N° 100	79.4
	0.074	N° 200	71.9
D10 (mm)			Cu
D30(mm)			Cc
D60(mm)			

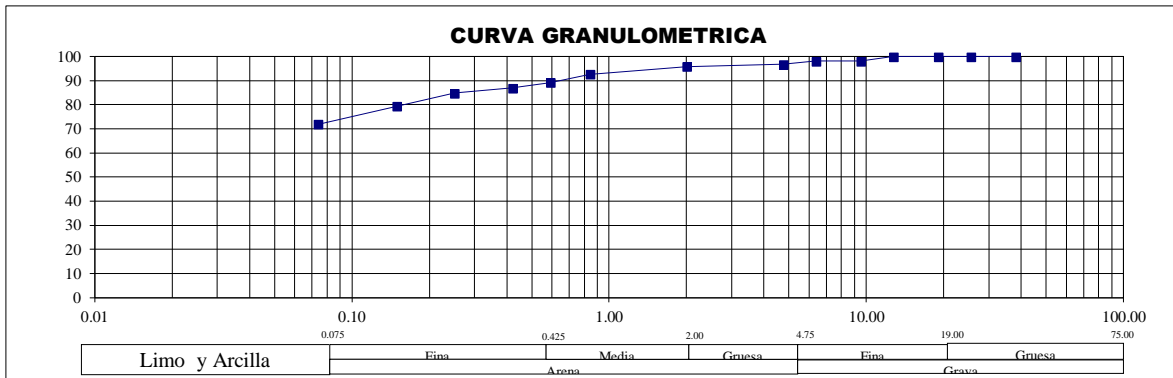
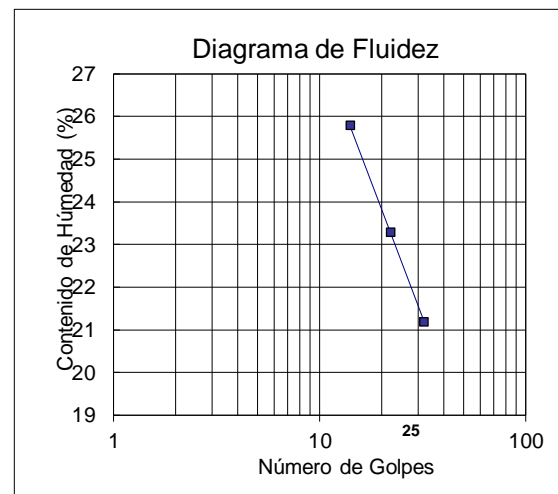
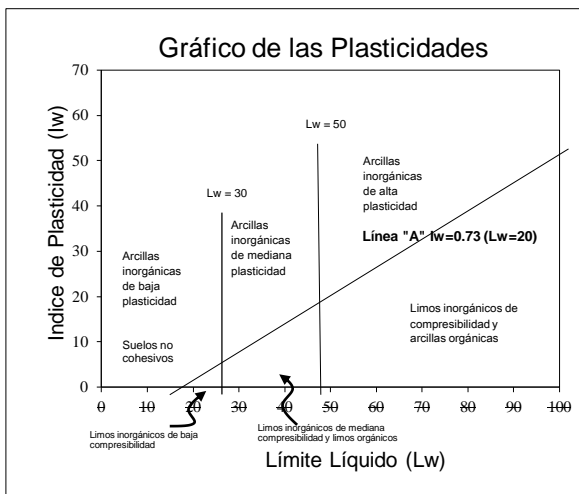


Figura 47. Ensayo de Calicata N° 01 Muestra N° 02.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-1), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como ML que es un tipo de suelo denominado “Limo de baja plasticidad Arenoso” que contiene limo arcilloso con ligera plasticidad. Tiene un 16,6% de humedad, presenta 22,5% de Límite Líquido, 15,5% de Limite Plástico y un 7,0% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificacion	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración		Calicata
Nº de Exploración		C₂
Nº de Muestra		M₂
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)		1.30-2.50
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO		CL
		A-6(9)
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)		2.545
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)		-
HUMEDAD NATURAL (w)		30.50%
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		30.20
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		18.10
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)		12.10
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)		-

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
	Pulg.	(mm)	
	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	100.0
	19.050	3/4"	100.0
	12.700	1/2"	100.0
	9.525	3/8"	98.1
	6.350	1/4"	96.7
	4.760	Nº 4	95.8
	2.000	Nº 10	95.2
	0.840	Nº 20	94.5
	0.420	Nº 40	93.0
	0.250	Nº 60	92.9
	0.149	Nº 100	92.7
	0.074	Nº 200	92.3

D10 (mm)		Cu
D30(mm)		Cc
D60(mm)		

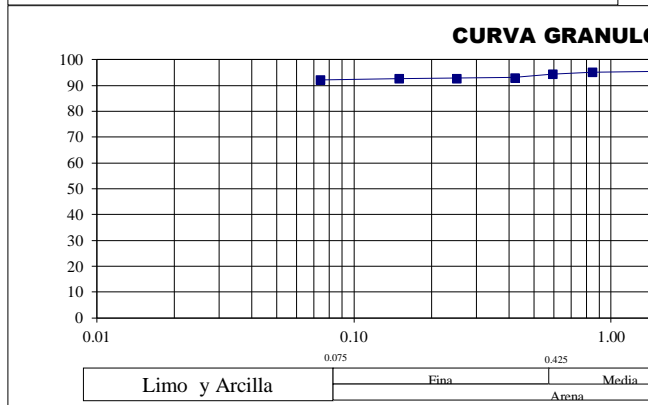
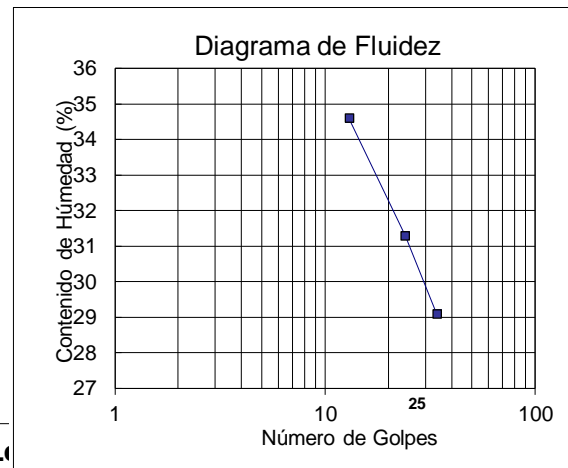
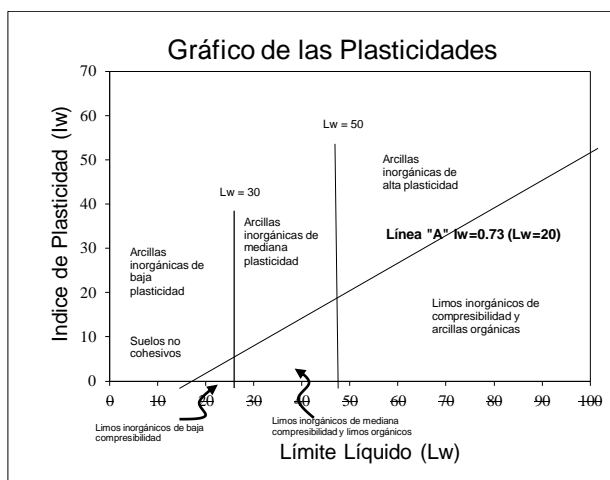


Figura 49. Ensayo de Calicata Nº 02 Muestra Nº 02.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-2), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como CL que es un tipo de suelo denominado “Arcilla Limosa” que contiene limo orgánico de plasticidad baja o mediana, el cual tiene un 30,5% de humedad, presenta 30,2% de Límite Líquido, 18,1% de Limite Plástico y un 12,1 de Índice de Plasticidad.

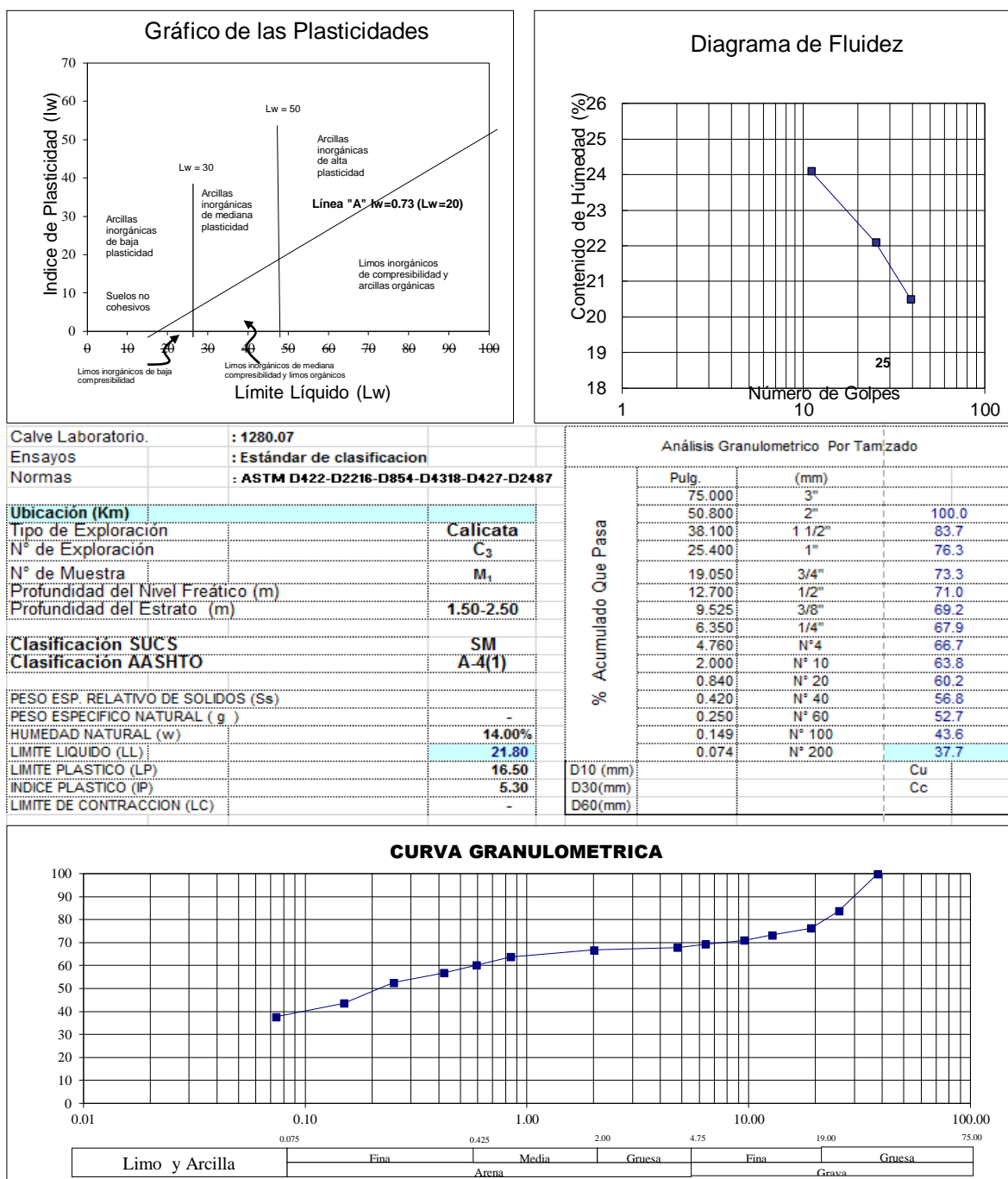


Figura 50. Ensayo de Calicata N° 03 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-3), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja. Tiene un 14% de humedad, presenta 21,8% de Límite Líquido, 16,5% de Límite Plástico y un 5,3% de Índice de Plasticidad

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificación	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración	Calicata	
Nº de Exploración	C ₄	
Nº de Muestra	M ₂	
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)	1.35-2.50	
Clasificación SUCS	SM	
Clasificación AASHTO	A-4(2)	
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)		
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)	-	
HUMEDAD NATURAL (w)	14.50%	
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	20.10	
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	15.90	
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	4.20	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	-	

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
Pulg.	(mm)		
75.000	3"		
50.800	2"	100.0	
38.100	1 1/2"	100.0	
25.400	1"	95.1	
19.050	3/4"	95.1	
12.700	1/2"	92.7	
9.525	3/8"	90.7	
6.350	1/4"	87.4	
4.760	Nº 4	85.0	
2.000	Nº 10	80.3	
0.840	Nº 20	76.1	
0.420	Nº 40	71.4	
0.250	Nº 60	67.0	
0.149	Nº 100	56.6	
0.074	Nº 200	45.6	

% Acumulado Que Pasa			
D10 (mm)			Cu
D30 (mm)			Cc
D60 (mm)			

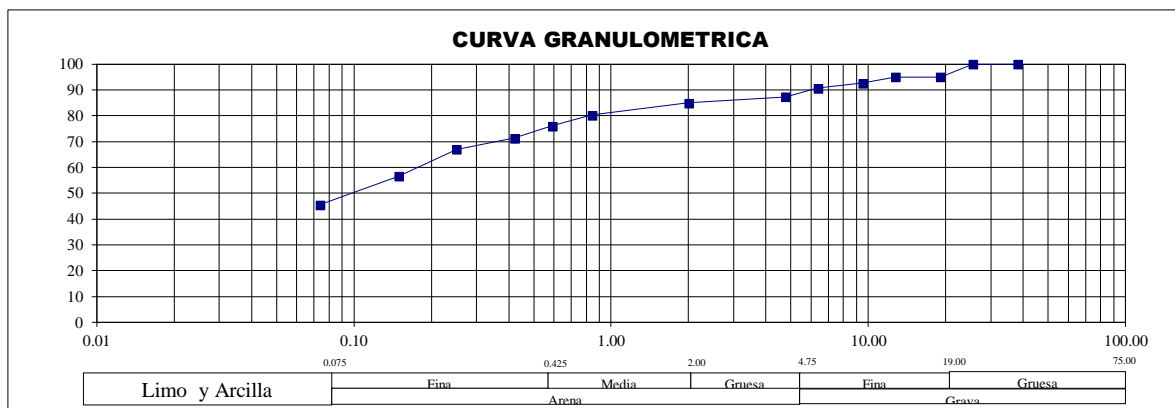
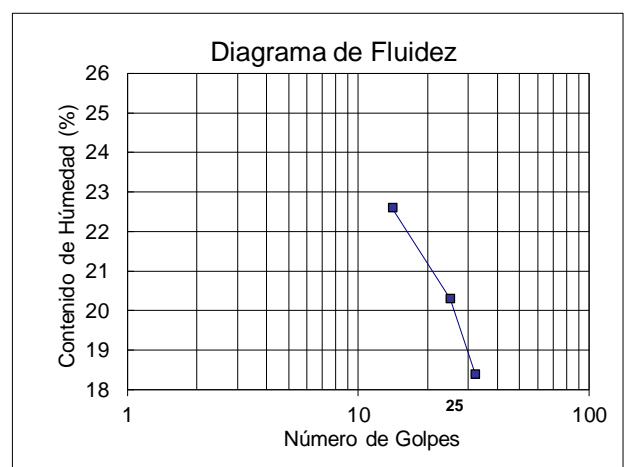
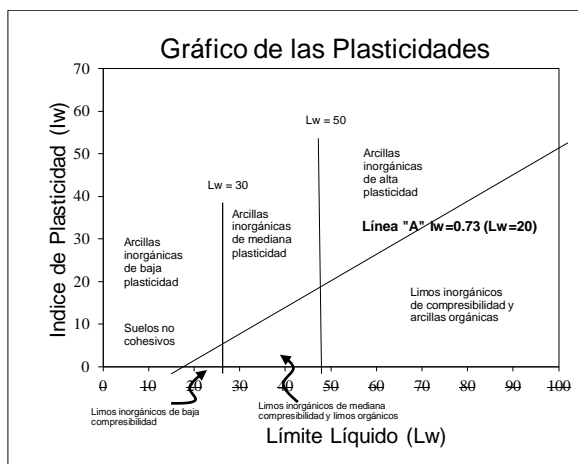


Figura 52. Ensayo de Calicata N° 04 Muestra N° 02.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-4), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 14,5% de humedad, presenta 20,1% de Límite Líquido, 15,9% de Limite Plástico y un 4,2% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificacion	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración	Calicata	
Nº de Exploración	C ₅	
Nº de Muestra	M ₁	
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)	1.10-2.50	
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO	SM	
	A-2-4(0)	
PESO ESP. RELATIVO DE SOLIDOS (S _s)	2.632	
PESO ESPECIFICO NATURAL (g)	-	
HUMEDAD NATURAL (w)	17.00%	
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	21.50	
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	16.50	
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	5.00	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	-	

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
Pulg.	(mm)		
75.000	3"		
50.800	2"	100.0	
38.100	1 1/2"	100.0	
25.400	1"	95.4	
19.050	3/4"	91.5	
12.700	1/2"	89.7	
9.525	3/8"	88.1	
6.350	1/4"	86.6	
4.760	Nº 4	85.8	
2.000	Nº 10	76.4	
0.840	Nº 20	67.0	
0.420	Nº 40	60.1	
0.250	Nº 60	53.7	
0.149	Nº 100	39.0	
0.074	Nº 200	30.4	

% Acumulado Que Pasa			
D10 (mm)		Cu	
D30(mm)		Cc	
D60(mm)			

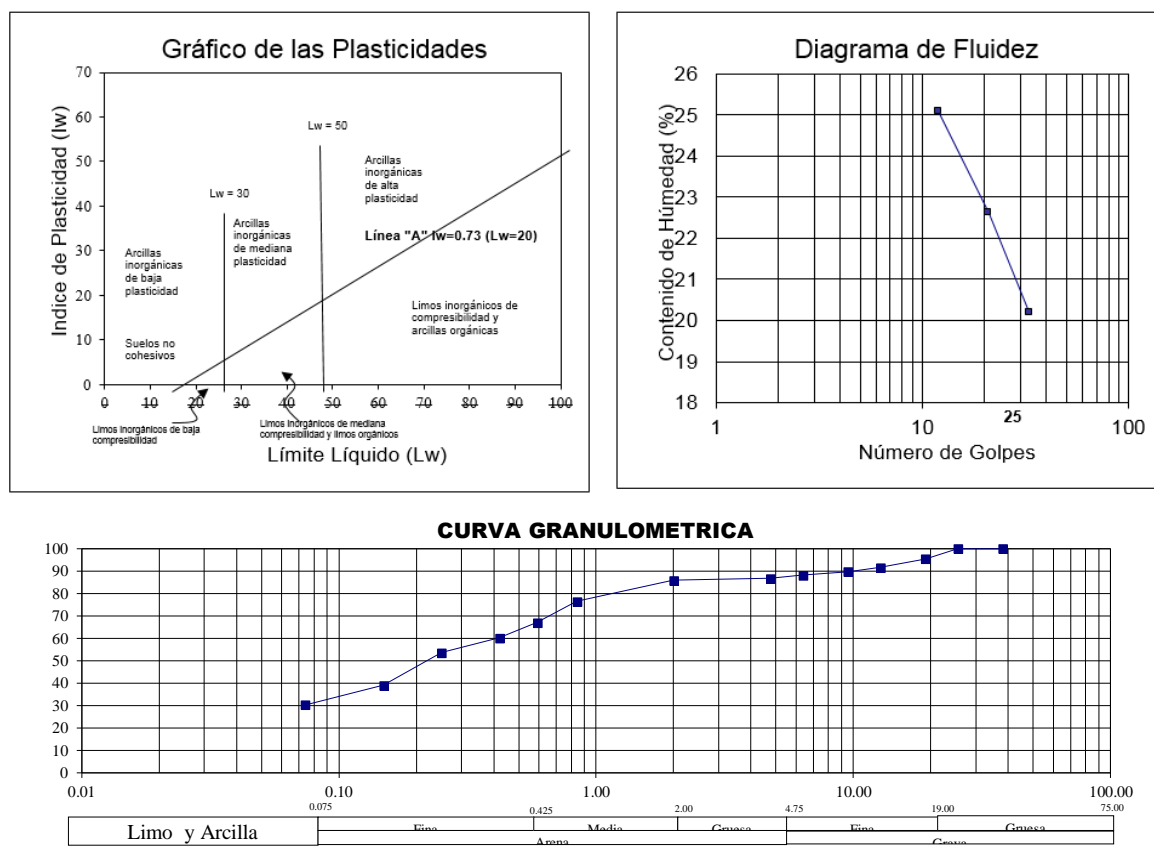


Figura 53. Ensayo de Calicata N° 05 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-5), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 17,0% de humedad, presenta 21,5% de Límite Líquido, 16,5% de Limite Plástico y un 5,0% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificación	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración		Calicata
Nº de Exploración		C₆
Nº de Muestra		M₁
Profundidad del Nivel Freatico (m)		
Profundidad del Estrato (m)		1.30-2.50
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO		SM
		A-4(1)
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)		
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)		-
HUMEDAD NATURAL (w)		19.80%
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		22.50
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		16.30
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)		6.20
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)		-

Análisis Granulométrico Por Tamizado		
Pulg.	(mm)	
75.000	3"	
50.800	2"	100.0
38.100	1 1/2"	100.0
25.400	1"	100.0
19.050	3/4"	95.9
12.700	1/2"	89.6
9.525	3/8"	86.4
6.350	1/4"	83.7
4.760	Nº 4	81.6
2.000	Nº 10	74.8
0.840	Nº 20	68.5
0.420	Nº 40	62.0
0.250	Nº 60	57.1
0.149	Nº 100	47.7
0.074	Nº 200	37.5

% Acumulado Que Pasa		
D10 (mm)		Cu
D30(mm)		Cc
D60(mm)		

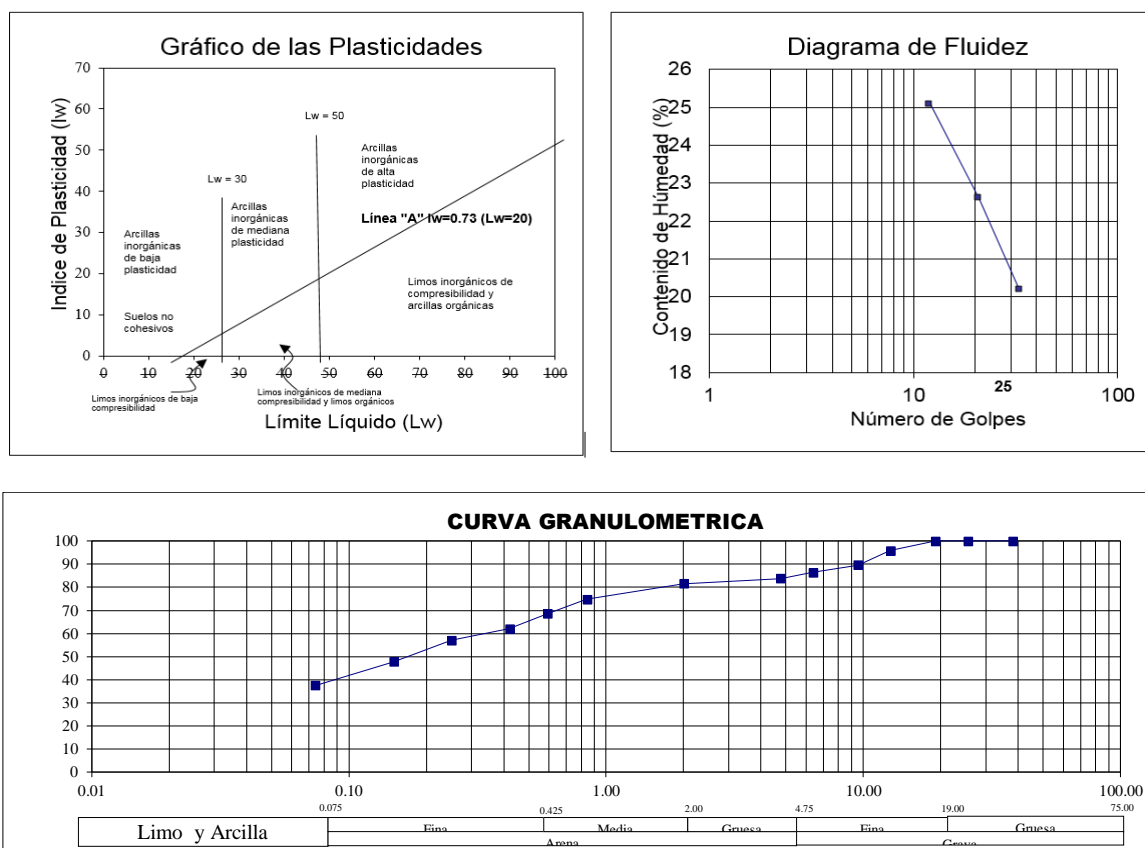


Figura 54. Ensayo de Calicata N° 06 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los estudios de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-6), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 19,8% de humedad, presenta 22,5% de Límite Líquido, 16,3% de Límite Plástico y un 6,2% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificacion	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración		Calicata
N° de Exploración		C ₇
N° de Muestra		M ₂
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)		1.00-2.50
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO		CL
		A-6(5)
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)		2.532
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)		-
HUMEDAD NATURAL (w)		18.10%
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		29.10
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		17.10
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)		12.00
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)		-

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
	Pulg.	(mm)	
	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	100.0
	19.050	3/4"	100.0
	12.700	1/2"	99.5
	9.525	3/8"	99.0
	6.350	1/4"	97.8
	4.760	N° 4	96.9
	2.000	N° 10	93.9
	0.840	N° 20	91.3
	0.420	N° 40	86.9
	0.250	N° 60	81.2
	0.149	N° 100	67.0
	0.074	N° 200	57.0
D10 (mm)			Cu
D30(mm)			Cc
D60(mm)			

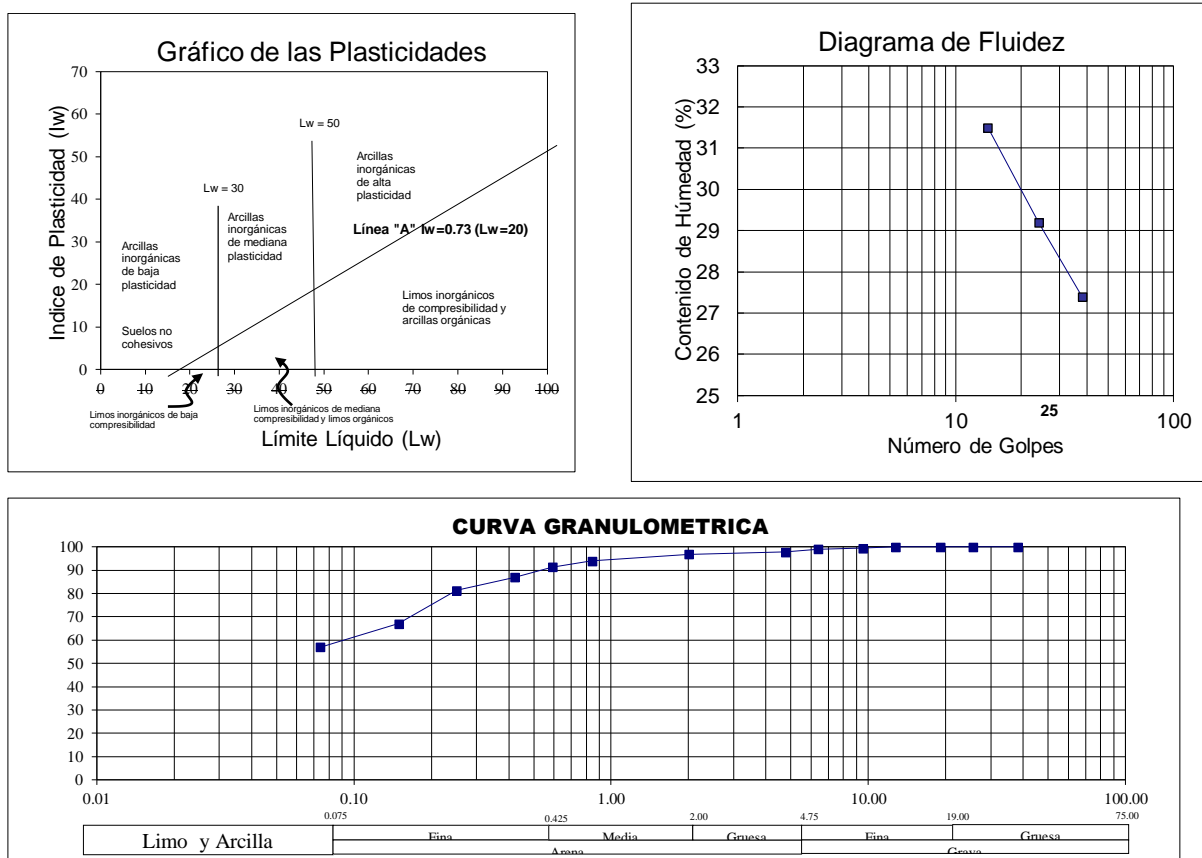


Figura 56. Ensayo de Calicata N° 07 Muestra N° 02.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-7), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como CL que es un tipo de suelo denominado “Arcilla Limosa” que contiene limo orgánico de plasticidad baja o mediana, el cual tiene un 18,1% de humedad, presenta 29,1% de Límite Líquido, 17,1% de Limite Plástico y un 12,0% de Índice de Plasticidad.

[illegible]

Figura 57. Ensayo de Calicata N° 08 Muestra N° 01.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificación	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración		Calicata
Nº de Exploración		C₈
Nº de Muestra		M₂
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)		1.30-2.50
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO		SM A-2-4(0)
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)		2.609
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)		-
HUMEDAD NATURAL (w)		19.90%
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		20.30
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		16.10
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)		4.20
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)		-

Análisis Granulométrico Por Tamizado		
Pulg.	(mm)	
75.000	3"	
50.800	2"	100.0
38.100	1 1/2"	100.0
25.400	1"	100.0
19.050	3/4"	85.4
12.700	1/2"	74.6
9.525	3/8"	70.1
6.350	1/4"	66.6
4.760	Nº 4	63.6
2.000	Nº 10	60.3
0.840	Nº 20	57.6
0.420	Nº 40	51.6
0.250	Nº 60	46.3
0.149	Nº 100	38.2
0.074	Nº 200	30.7

% Acumulado Que Pasa		
D10 (mm)		Cu
D30 (mm)		Cc
D60 (mm)		

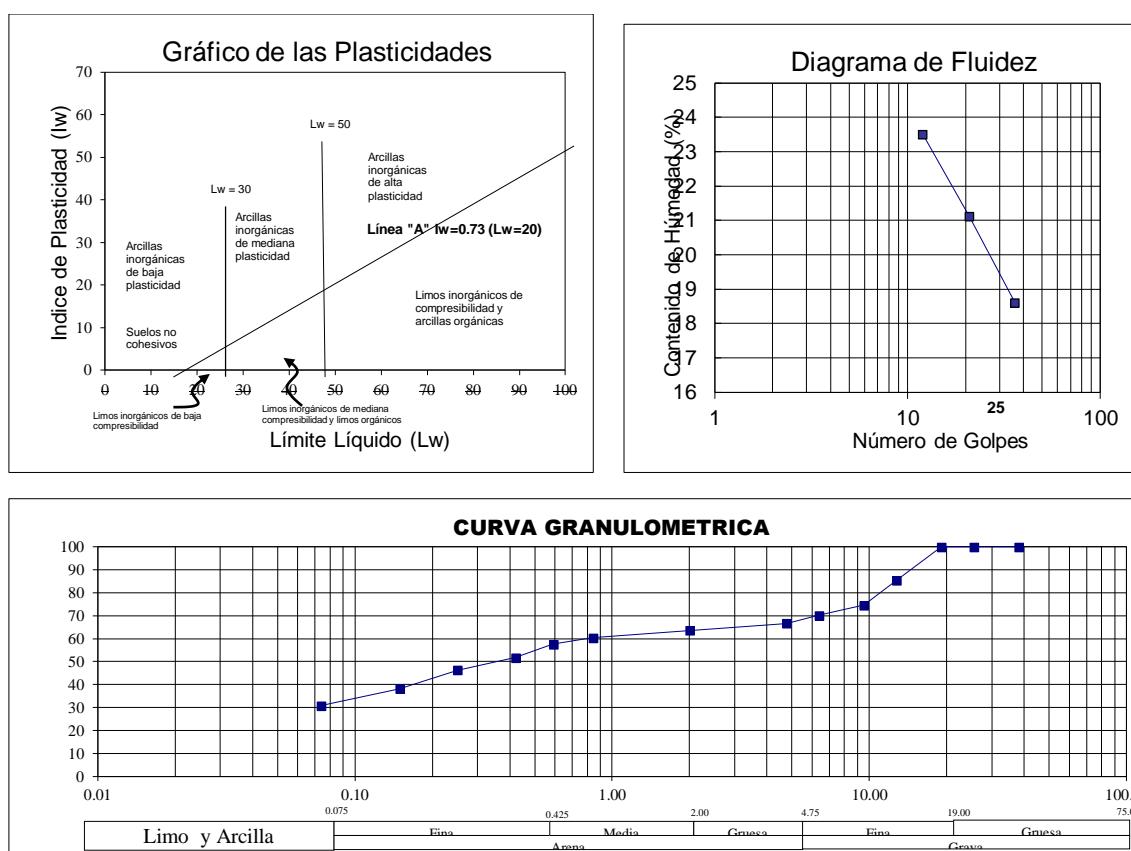


Figura 58. Ensayo de Calicata N° 08 Muestra N° 02.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-8), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin flexibilidad o con plasticidad enormemente baja, el cual tiene un 19,9% de humedad, presenta 20,3% de Límite Líquido, 16,1 de Limite Plástico y un 4,2% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificación	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración	Calicata	
Nº de Exploración	C ₉	
Nº de Muestra	M ₁	
Profundidad del Nivel Freático (m)	-	
Profundidad del Estrato (m)	0.00-0.30	
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO	SM	
	A-2.4(0)	
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)	-	
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)	-	
HUMEDAD NATURAL (w)	5.00%	
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	21.40	
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	16.20	
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	5.20	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	-	

Análisis Granulométrico Por Tamizado		
Pulg.	(mm)	
75.000	3"	
50.800	2"	100.0
38.100	1 1/2"	100.0
25.400	1"	100.0
19.050	3/4"	100.0
12.700	1/2"	100.0
9.525	3/8"	100.0
6.350	1/4"	99.8
4.760	Nº 4	98.7
2.000	Nº 10	96.7
0.840	Nº 20	92.8
0.420	Nº 40	87.0
0.250	Nº 60	69.3
0.149	Nº 100	54.1
0.074	Nº 200	32.8

% Acumulado Que Pasa		
D10 (mm)		Cu
D30 (mm)		Cc
D60 (mm)		

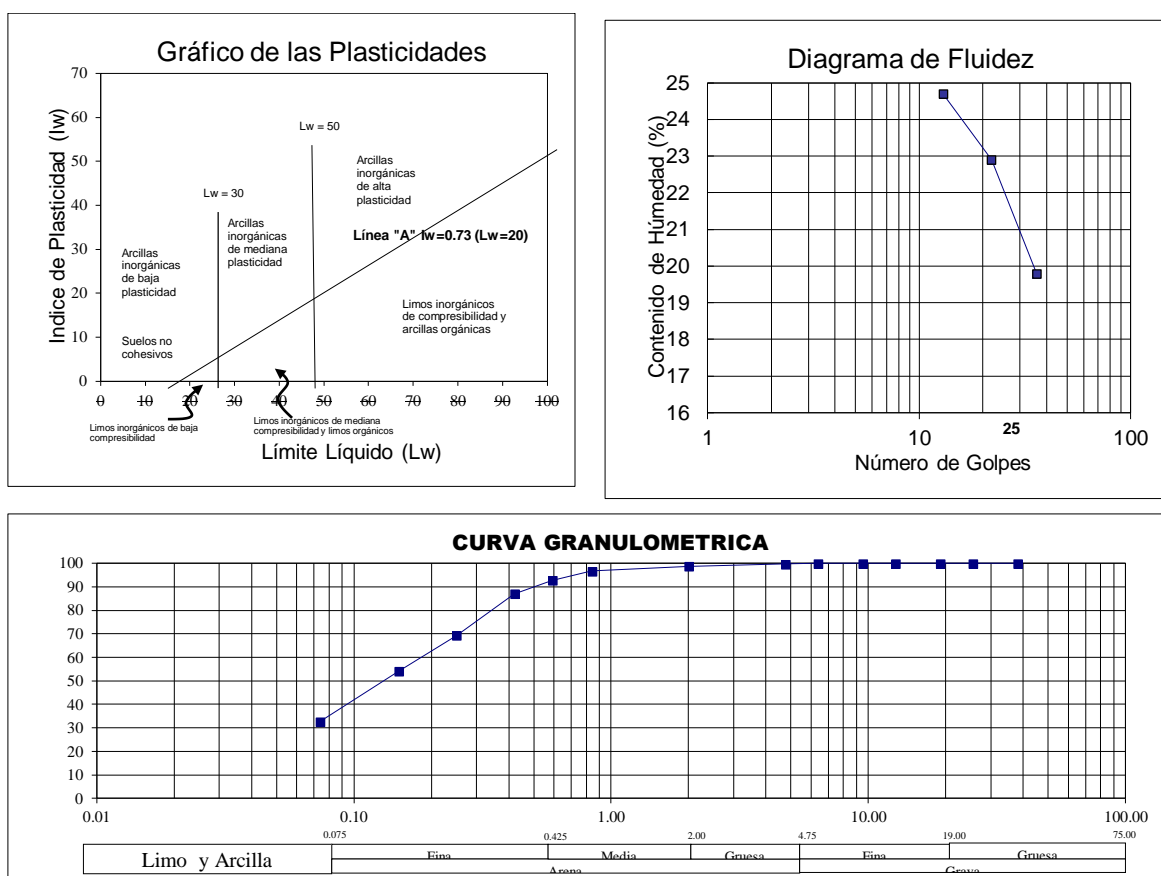


Figura 59. Ensayo de Calicata N° 09 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-9), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 5,0% de humedad, presenta 21,4% de Límite Líquido, 16,2% de Limite Plástico y un 5,2% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07		
Ensayos	: Estándar de clasificacion		
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487		
Ubicación (Km)			
Tipo de Exploración		Calicata	
Nº de Exploración		C ₉	
Nº de Muestra		M ₂	
Profundidad del Nivel Freático (m)			
Profundidad del Estrato (m)		1.00-2.50	
Clasificación SUCS			
Clasificación AASHTO			
		SM	
		A-1B(0)	
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)			
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)		-	
HUMEDAD NATURAL (w)		15.10%	
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		19.70	
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		16.40	
ÍNDICE PLÁSTICO (P)		3.30	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)		-	

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
	Pulg.	(mm)	
	75.000	3"	
% Acumulado Que Pasa	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	93.5
	19.050	3/4"	79.7
	12.700	1/2"	68.5
	9.525	3/8"	64.4
	6.350	1/4"	59.1
	4.760	Nº 4	55.9
	2.000	Nº 10	49.4
	0.840	Nº 20	43.1
	0.420	Nº 40	37.3
	0.250	Nº 60	32.7
	0.149	Nº 100	26.0
	0.074	Nº 200	21.5

D10 (mm)		Cu
D30(mm)		Cc
D60(mm)		

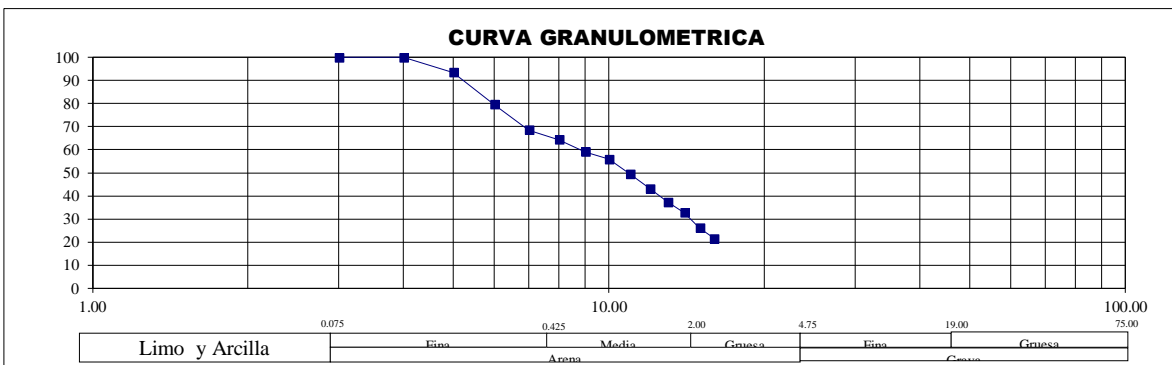
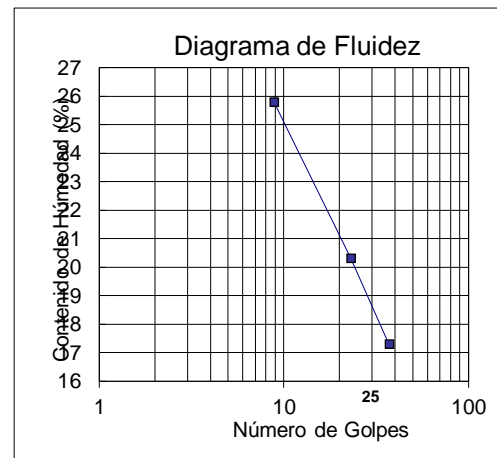
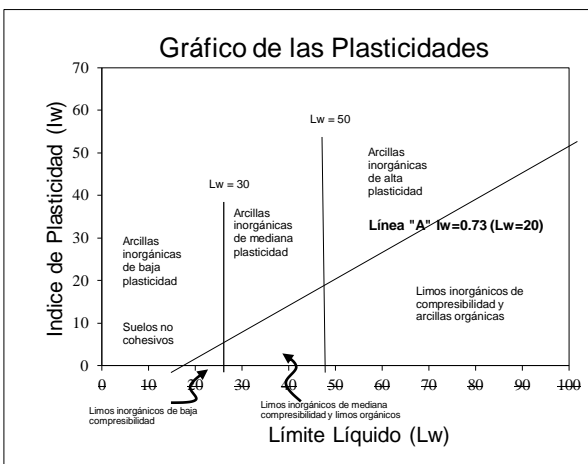


Figura 60. Ensayo de Calicata Nº 09 Muestra Nº 02.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-9), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 15,1% de humedad, presenta 19,7% de Límite Líquido, 16,4% de Limite Plástico y un 3,3% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificación	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración	Calicata	
Nº de Exploración	C ₁₁	
Nº de Muestra	M ₁	
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)	0.00-0.30	
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO	SM	
	A-4(1)	
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)		
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)	-	
HUMEDAD NATURAL (w)	6.80%	
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	20.60	
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	17.30	
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	3.30	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	-	

Análisis Granulométrico Por Tamizado		
Pulg.	(mm)	
75.000	3"	
50.800	2"	100.0
38.100	1 1/2"	100.0
25.400	1"	100.0
19.050	3/4"	100.0
12.700	1/2"	100.0
9.525	3/8"	100.0
6.350	1/4"	100.0
4.760	Nº 4	99.5
2.000	Nº 10	98.2
0.840	Nº 20	95.9
0.420	Nº 40	92.1
0.250	Nº 60	85.2
0.149	Nº 100	64.7
0.074	Nº 200	41.4

% Acumulado Que Pasa		
D10 (mm)		Cu
D30(mm)		Cc
D60(mm)		

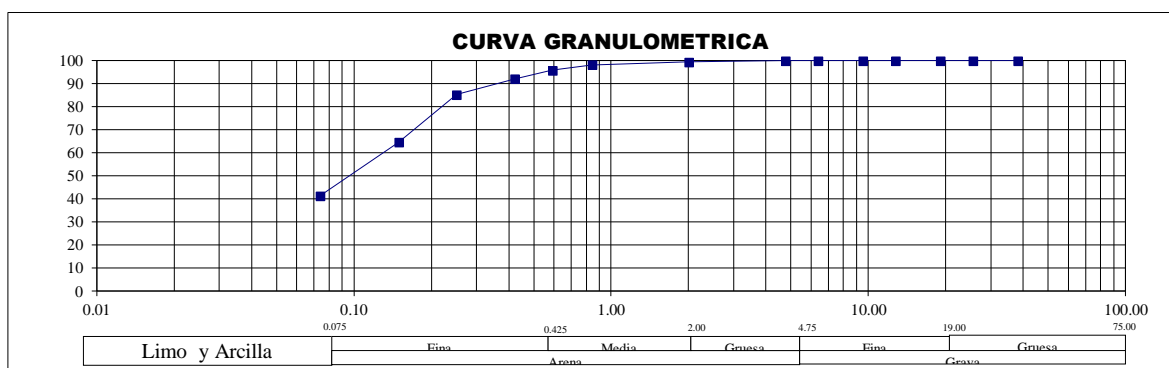
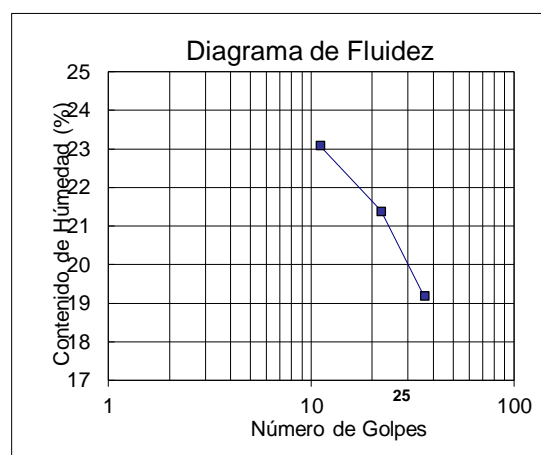
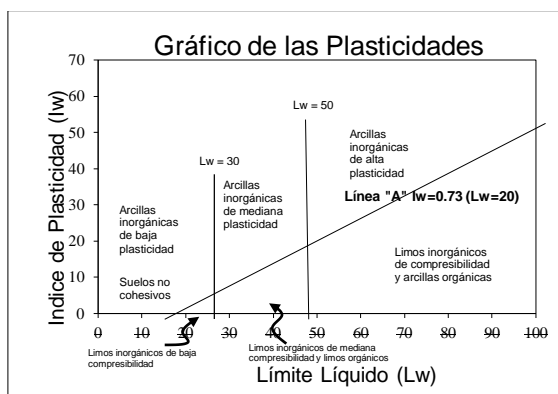


Figura 62. Ensayo de Calicata Nº 11 Muestra Nº 01.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-11), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 6,8% de humedad, presenta 20,6% de Límite Líquido, 17,3% de Limite Plástico y un 3,3% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificacion	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración	Calicata	
Nº de Exploración	C ₁₁	
Nº de Muestra	M ₂	
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)	1.00-2.50	
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO	SM	
	A-2-4(0)	
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)	2.618	
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)	-	
HUMEDAD NATURAL (w)	16.10%	
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	20.80	
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	17.60	
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	3.20	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	-	

Análisis Granulométrico Por Tamizado		
Pulg.	(mm)	
75.000	3"	
50.800	2"	100.0
38.100	1 1/2"	100.0
25.400	1"	100.0
19.050	3/4"	100.0
12.700	1/2"	94.6
9.525	3/8"	91.4
6.350	1/4"	87.1
4.760	Nº 4	84.3
2.000	Nº 10	75.4
0.840	Nº 20	68.3
0.420	Nº 40	60.9
0.250	Nº 60	54.4
0.149	Nº 100	39.7
0.074	Nº 200	29.0

% Acumulado Que Pasa		
D10 (mm)		Cu
D30 (mm)		Cc
D60 (mm)		

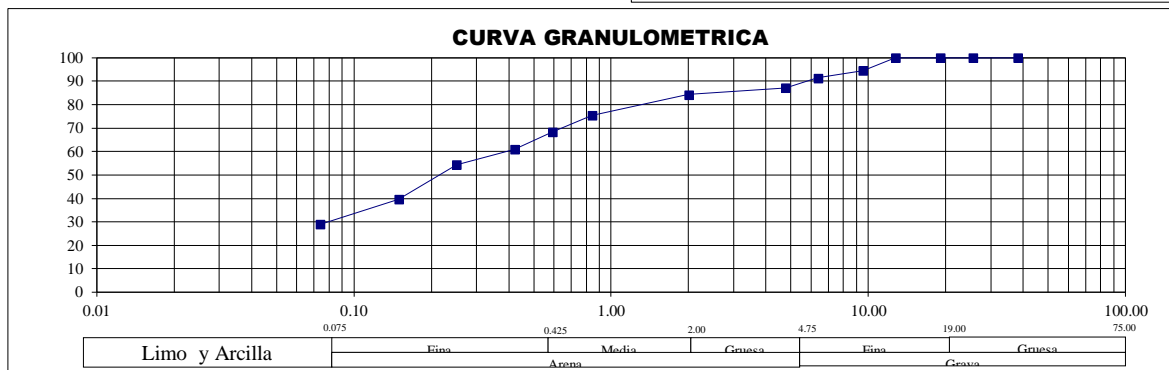
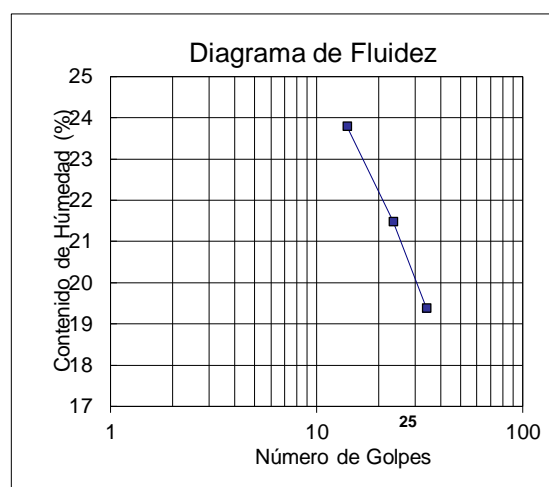
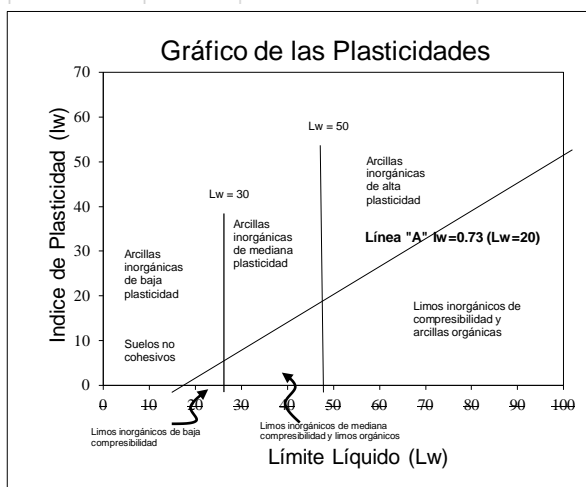


Figura 63. Ensayo de Calicata N° 11 Muestra N° 02.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-11), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin flexibilidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 16,1% de humedad, presenta 20,8% de Límite Líquido, 17,6% de Limite Plástico y un 3,2% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio.	: 1280.07	
Ensayos	: Estándar de clasificación	
Normas	: ASTM D422-D2216-D854-D4318-D427-D2487	
Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración		Calicata
Nº de Exploración		C₁₂
Nº de Muestra		M₂
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)		1.00-2.50
Clasificación SUCS		
Clasificación AASHTO		
		SM
		A-4(0)
PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _s)		2.603
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)		-
HUMEDAD NATURAL (w)		18.40%
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		20.80
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		17.60
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)		3.20
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)		-

Análisis Granulométrico Por Tamizado		
Pulg.	(mm)	
75.000	3"	
50.800	2"	100.0
38.100	1 1/2"	100.0
25.400	1"	100.0
19.050	3/4"	100.0
12.700	1/2"	100.0
9.525	3/8"	100.0
6.350	1/4"	99.6
4.760	Nº 4	99.3
2.000	Nº 10	97.8
0.840	Nº 20	94.0
0.420	Nº 40	88.4
0.250	Nº 60	81.0
0.149	Nº 100	56.2
0.074	Nº 200	35.8

D10 (mm)		Cu
D30(mm)		Cc
D60(mm)		

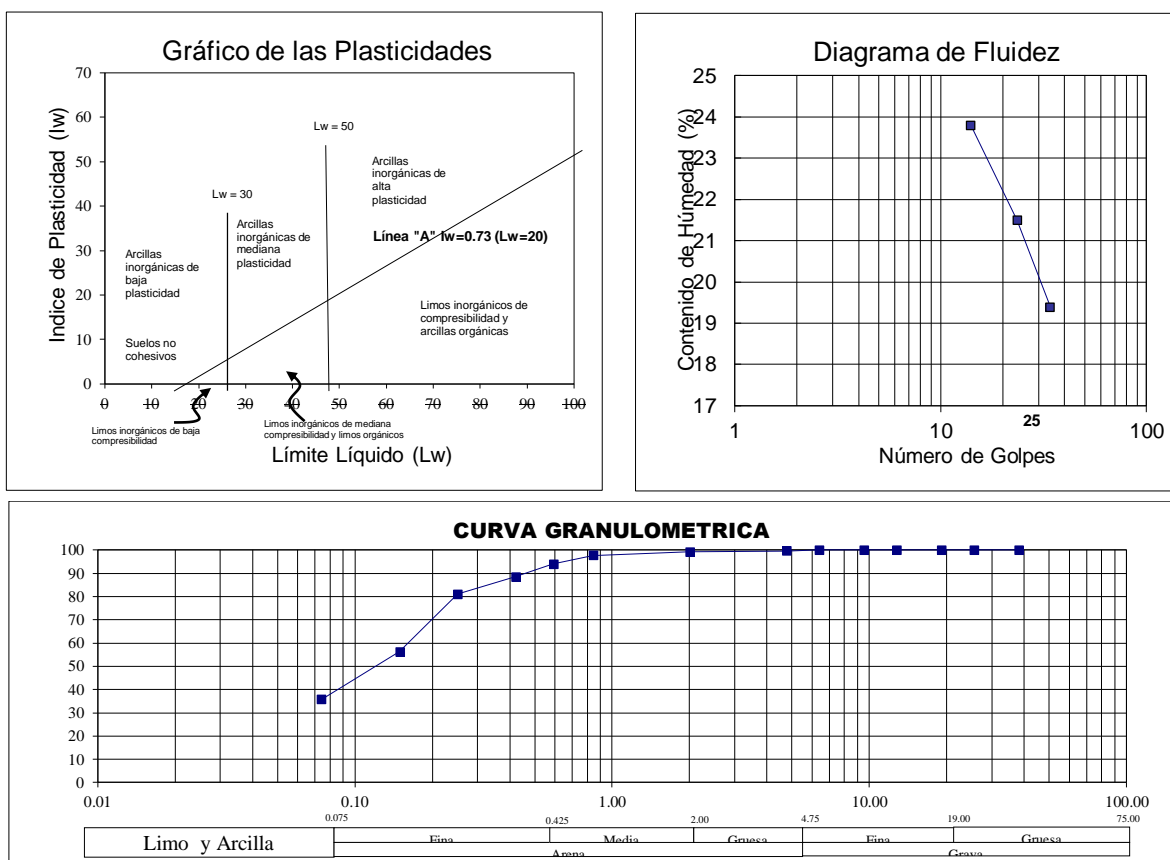


Figura 65. Ensayo de Calicata N° 12 Muestra N° 02.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 de la calicata (C-12), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 18,4% de humedad, presenta 20,8% de Límite Líquido, 17,6% de Limite Plástico y un 3,2% de Índice de Plasticidad.

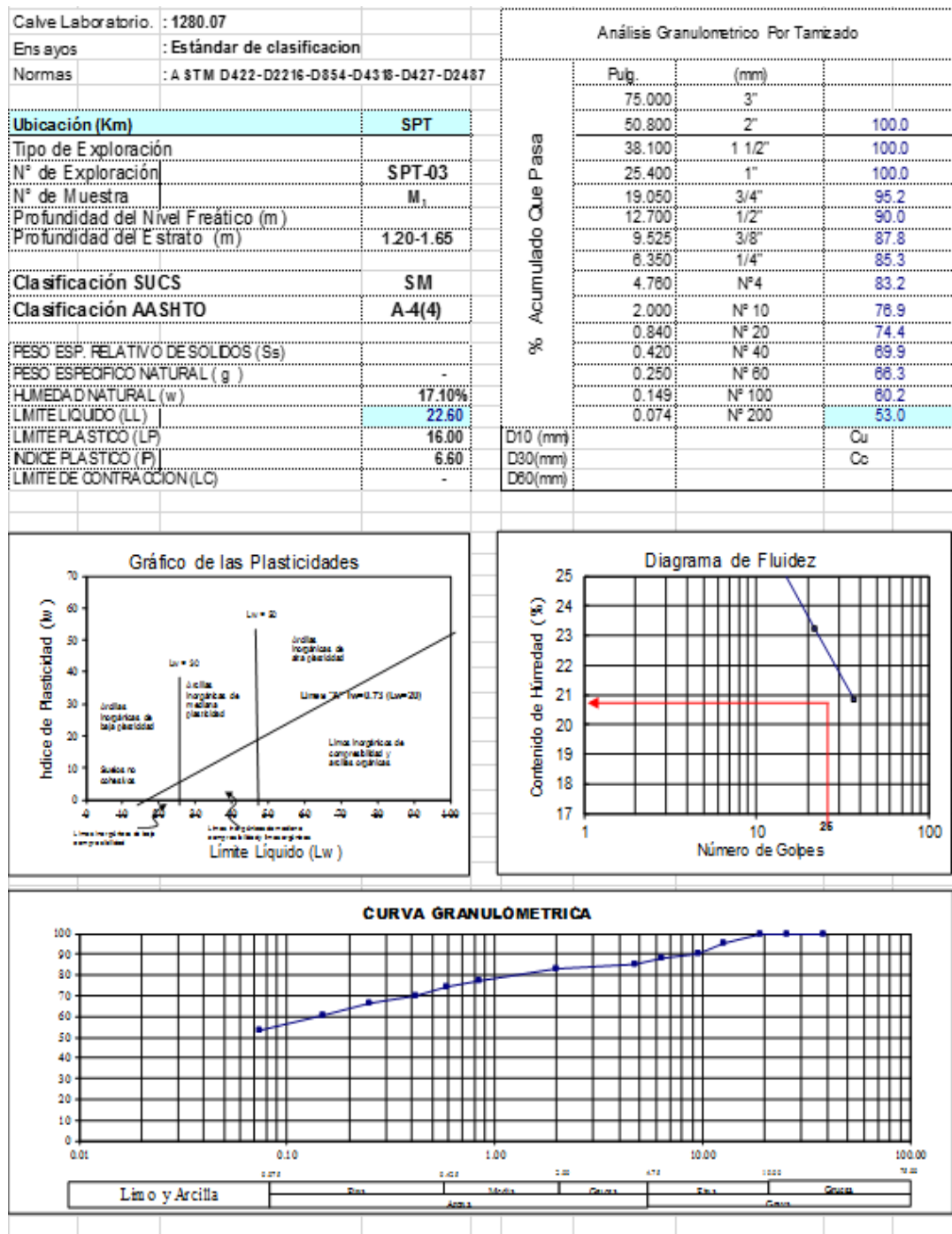


Figura 66. Ensayo de SPT N° 03 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los resultados de estudio granulométrico por tamizado ASTM – D422 del sondaje (SPT-03), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como SM que es un tipo de suelo denominado “Arena Limosa” que contiene materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja, el cual tiene un 17,1% de humedad, presenta 22,6% de Límite Líquido, 16,0% de Limite Plástico y un 6,6% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio. : 1280.07
 Ensayos : Estándar de clasificación
 Normas : ASTM D422-D2218-D564-D4318-D427-D2437

Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración		SPT
N° de Exploración		SPT-03
N° de Muestra		M ₂
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)		2.20-2.65

Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(7)

PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _a)		
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)		-
HUMEDAD NATURAL (w)		26.00%
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		30.20
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		17.30
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)		12.90
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)		-

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
% Acumulado Que Pasa	Pulg.	(mm)	
	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	99.7
	19.050	3/4"	94.1
	12.700	1/2"	93.0
	9.525	3/8"	92.3
	6.350	1/4"	89.9
	4.750	N°4	88.9
	2.000	N° 10	86.6
	0.840	N° 20	84.6
	0.420	N° 40	81.4
	0.250	N° 60	77.0
	0.149	N° 100	72.0
	0.074	N° 200	64.8
D10 (mm)			Cu
D30 (mm)			Cc
D60 (mm)			

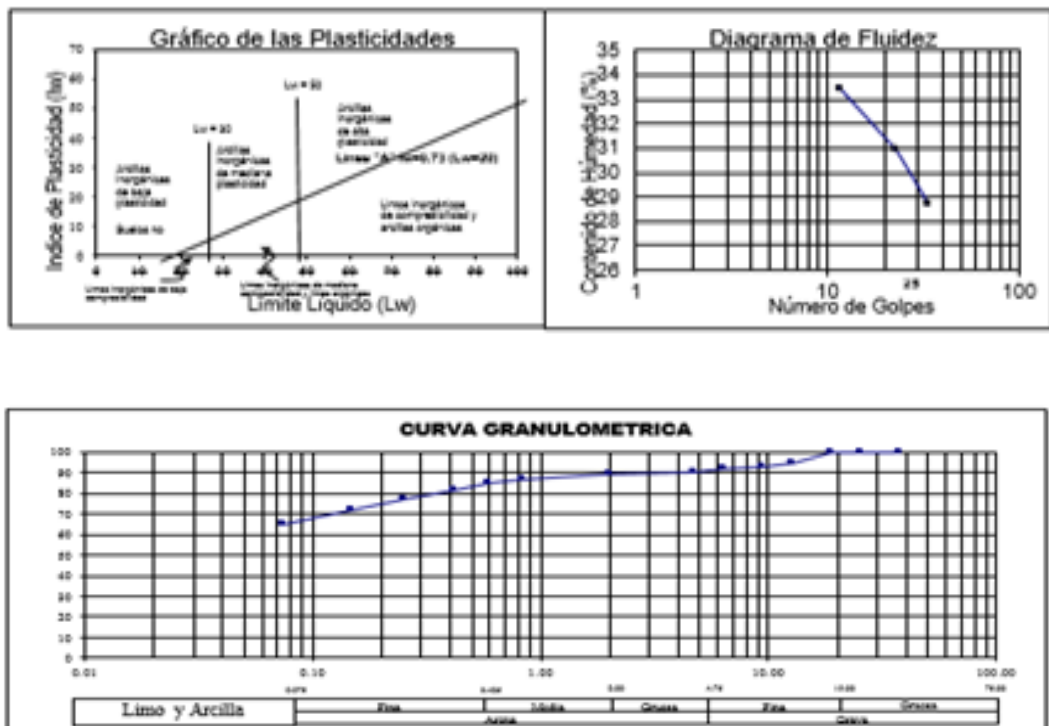


Figura 67. Ensayo de SPT N° 03 Muestra N° 02.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 del sondaje (SPT-03), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como CL que es un tipo de suelo denominado “Arcilla Limosa” que contiene limo orgánico de plasticidad baja o mediana, el cual tiene un 26,0% de humedad, presenta 30,2% de Límite Líquido, 17,3% de Limite Plástico y un 12,9% de Índice de Plasticidad.

Calve Laboratorio. : 1280.07
 Ensayos : Estándar de clasificación.
 Normas : ASTM D422-D2218-D854-D4318-D427-D2457

Ubicación (Km)		
Tipo de Exploración		SPT
N° de Exploración		SPT-04
N° de Muestra		M ₁
Profundidad del Nivel Freático (m)		
Profundidad del Estrato (m)		1.00-1.45

Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4(5)

PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (S _a)		
PESO ESPECÍFICO NATURAL (g)		-
HUMEDAD NATURAL (w)		15.80%
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		20.20
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		16.30
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)		3.90
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)		-

Análisis Granulométrico Por Tamizado			
Pulg.	(mm)		
75.000	3"		
50.800	2"	100.0	
38.100	1 1/2"	100.0	
25.400	1"	100.0	
19.050	3/4"	95.5	
12.700	1/2"	90.0	
9.525	3/8"	88.1	
6.350	1/4"	86.2	
4.750	N° 4	84.9	
2.000	N° 10	80.0	
0.840	N° 20	77.1	
0.420	N° 40	73.4	
0.250	N° 60	70.3	
0.149	N° 100	64.7	
0.074	N° 200	57.7	
D10 (mm)			Cu
D30 (mm)			Cc
D60 (mm)			

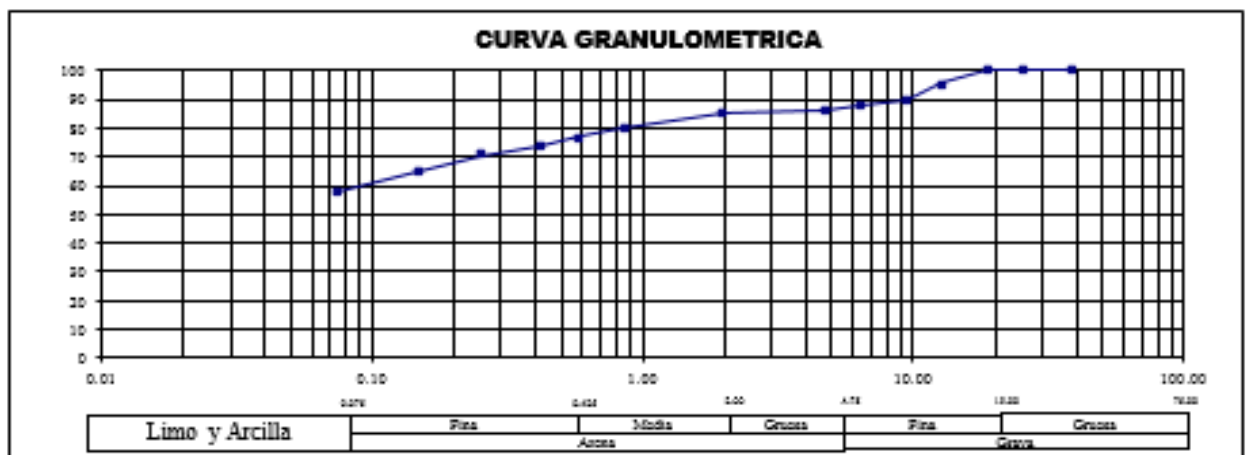
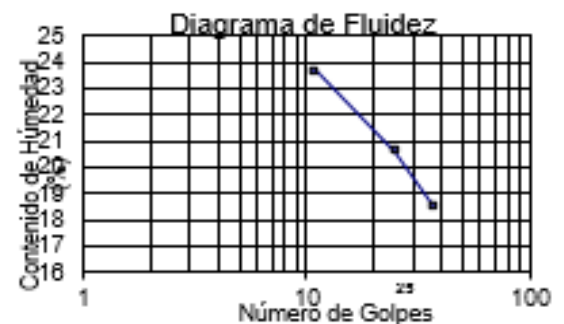
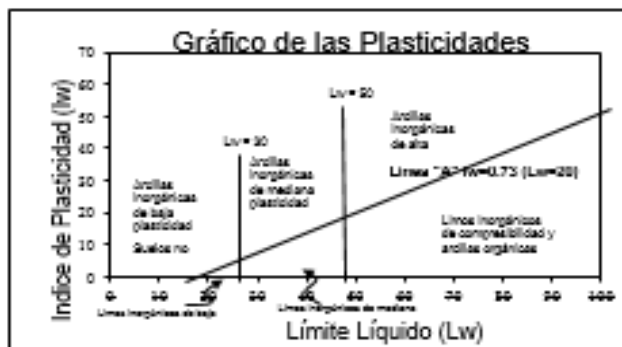


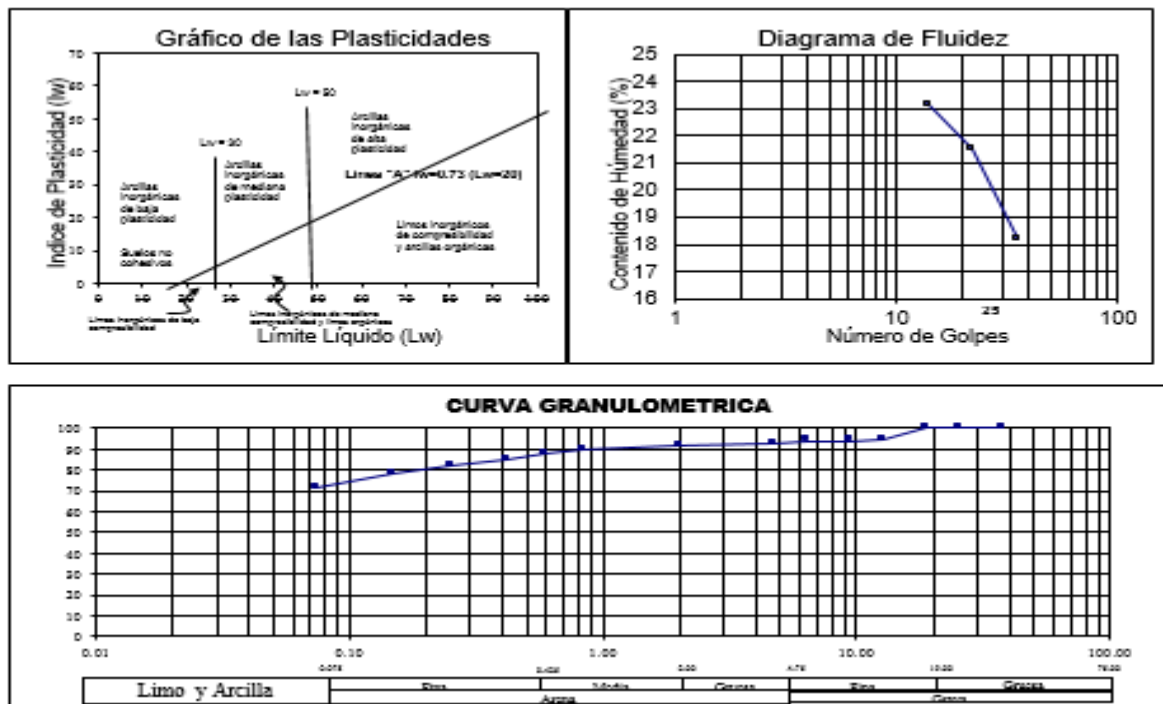
Figura 68. Ensayo de SPT N° 04 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 del sondaje (SPT-04), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como ML que es un tipo de suelo denominado “Limo de baja plasticidad Arenoso” que es un limo arcilloso con ligera plasticidad. Tiene un 15,8% de humedad, presenta 20,2% de Límite Líquido, 16,3% de Limite Plástico y un 3,9% de Índice de Plasticidad.

: 1280.07
: Estándar de clasificación
: A3TM D422-D2218-D864-D4318-
D427-D2487

PESO ESP. RELATIVO DE SOLIDOS (Ss)		
PESO ESPECIFICO NATURAL (ρ)		
HUMEDAD NATURAL (w)		22.60%
LIMITE LIQUIDO (LL)		20.10
LIMITE PLASTICO (LP)		15.80
INDICE PLASTICO (IP)		4.30
LIMITE DE CONTRACCION (LC)		

Análisis Granulométrico Por Tamizado				
% Acumulado Que Pasa	Env.	(mm)		
	75.000	3"		
	50.800	2"	100.0	
	38.100	1 1/2"	100.0	
	25.400	1"	100.0	
	19.050	3/4"	94.8	
	12.700	1/2"	94.1	
	9.525	3/8"	94.1	
	6.350	1/4"	92.2	
	4.760	Nº 4	91.6	
	2.000	Nº 10	89.7	
	0.840	Nº 20	88.0	
	0.420	Nº 40	85.1	
	0.250	Nº 60	82.3	
0.149	Nº 100	78.1		
0.074	Nº 200	71.5		
D10 (mm)			Cu	
D30(mm)			Cc	
D60(mm)				



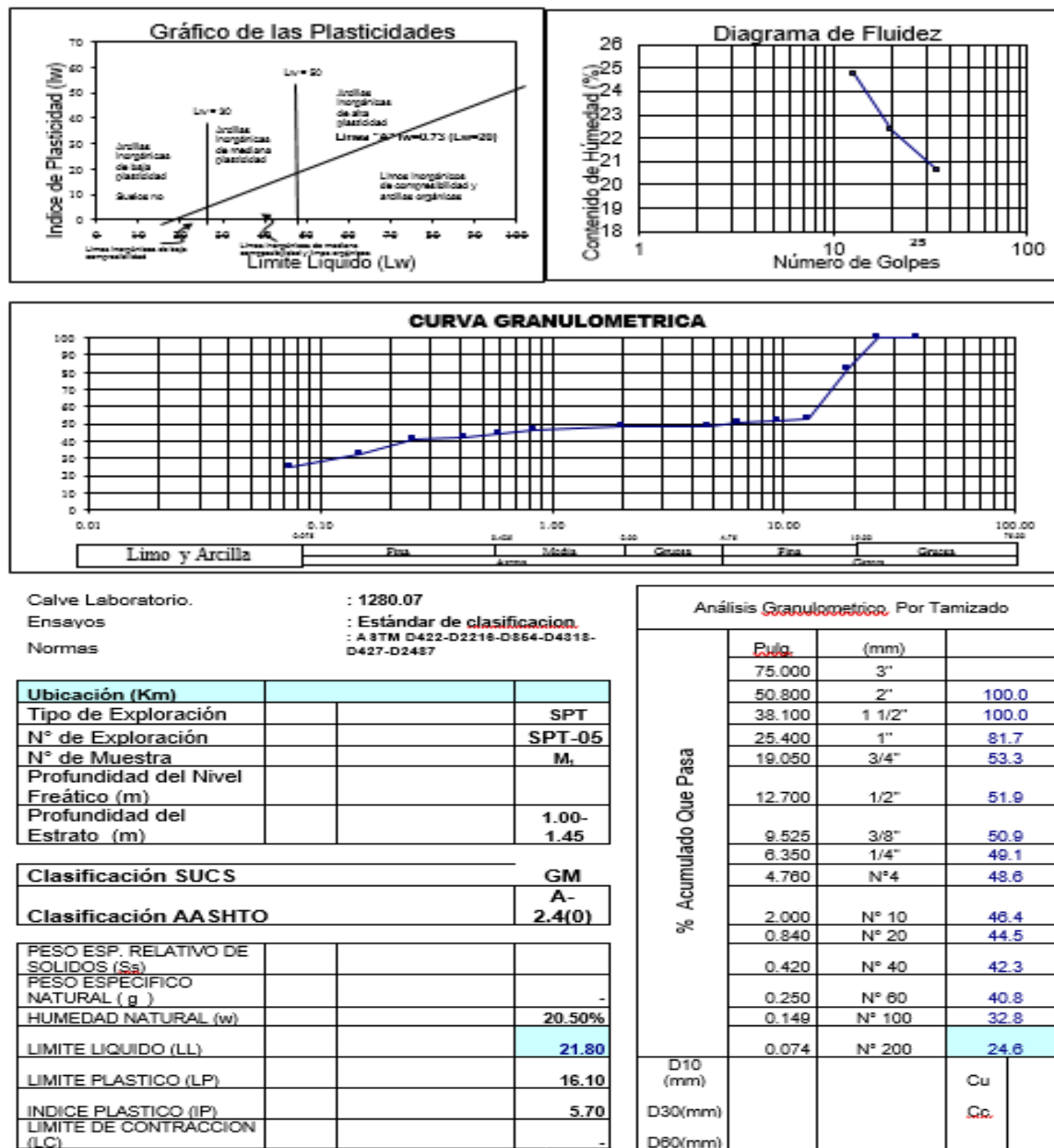


Figura 70. Ensayo de SPT N° 05 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 del sondaje (SPT-05), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como GM que es un tipo de suelo denominado “Grava Limosa” que contiene mezcla de grava y arena limosa, el cual tiene un 20,5% de humedad, presenta 21,8% de Límite Líquido, 16,1% de Limite Plástico y un 5,7% de Índice de Plasticidad.

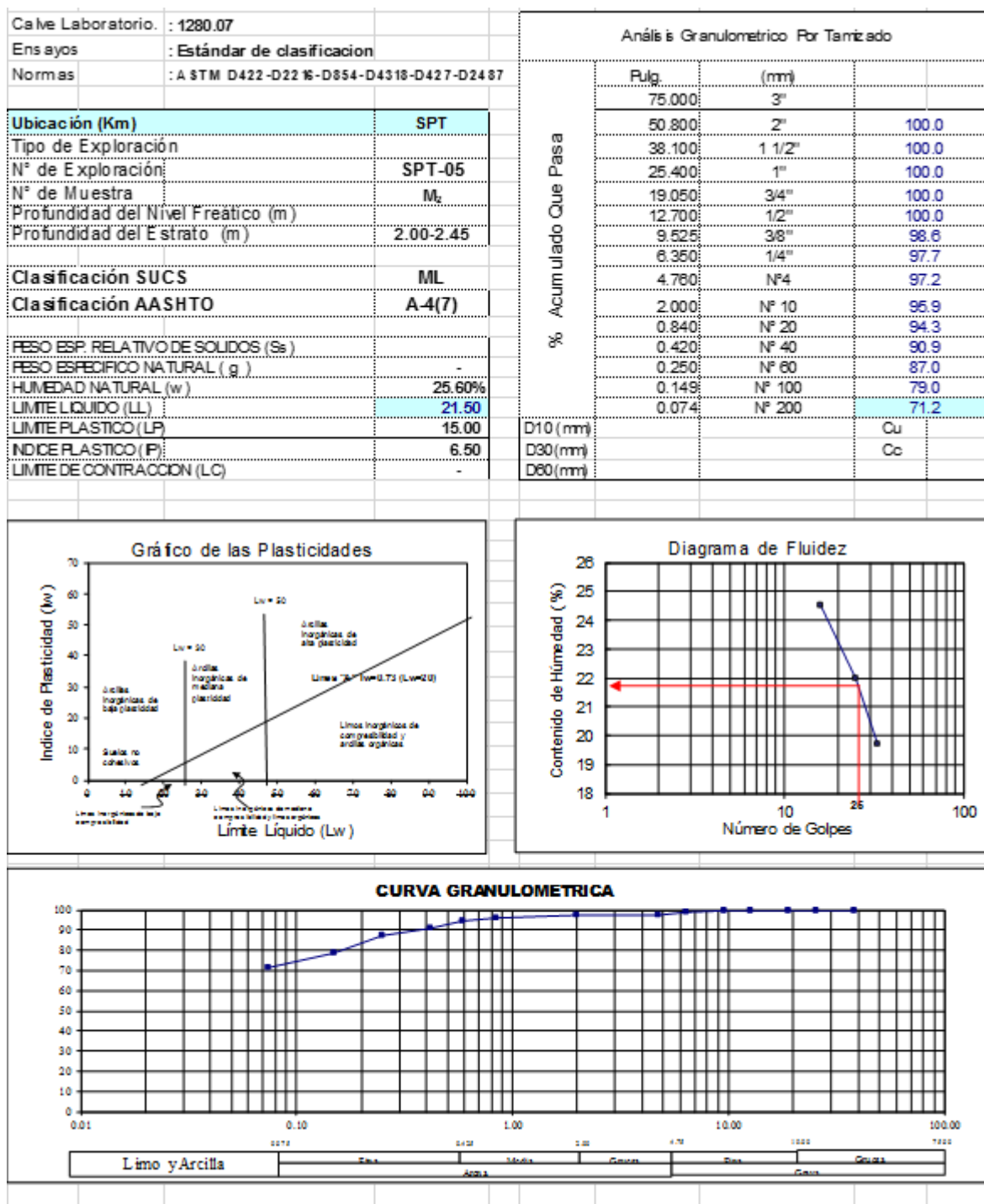


Figura 71. Ensayo de SPT N° 05 Muestra N° 02.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 del sondaje (SPT-05), muestra (M-2), Se logró determinar su clasificación SUCS como ML que es un tipo de suelo denominado “Limo Arenoso de baja plasticidad” que contiene limo arcilloso con ligera plasticidad. Tiene un 25,6% de humedad, presenta 21,5% de Límite Líquido, 15,0% de Limite Plástico y un 6,5% de Índice de Plasticidad.

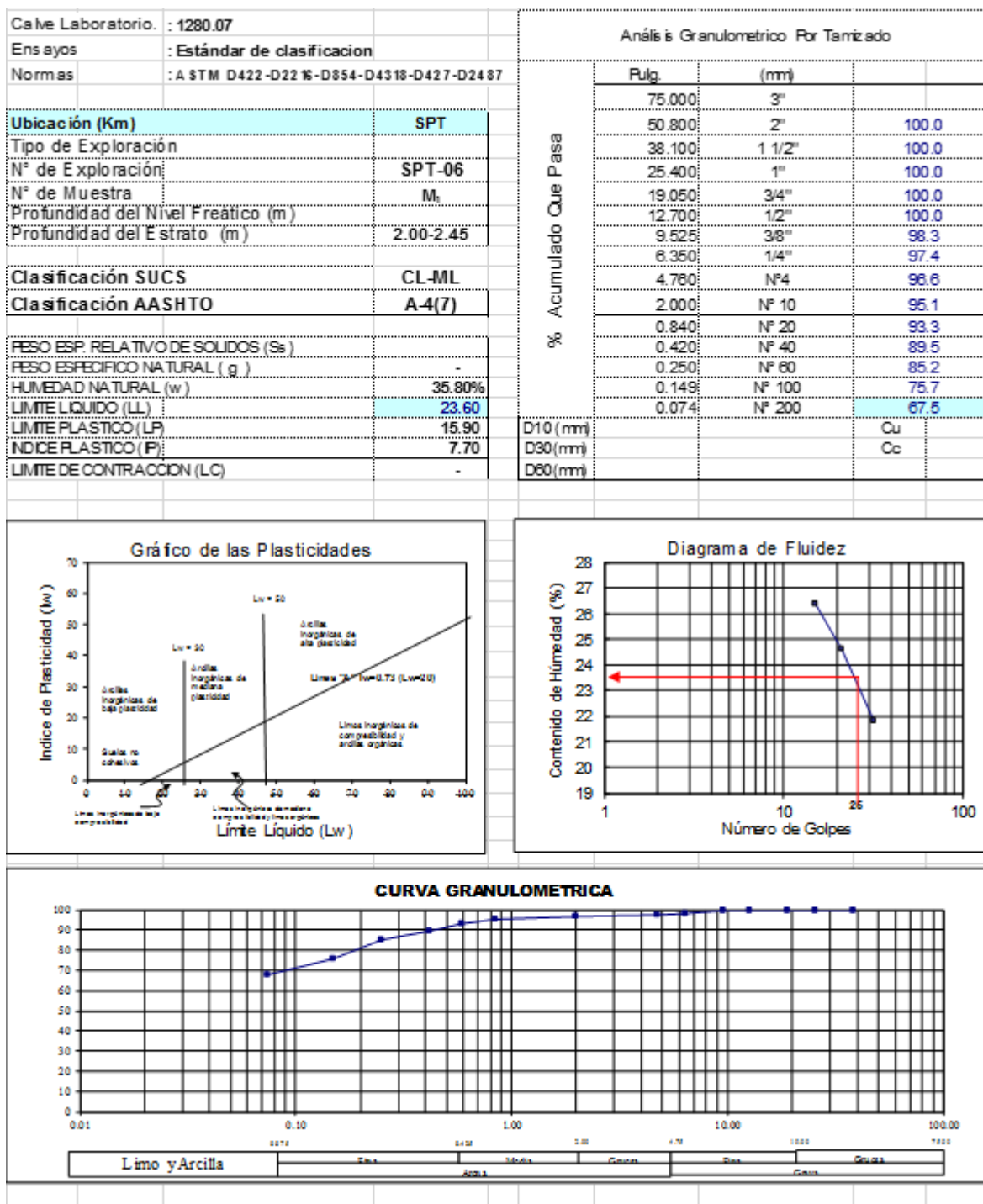


Figura 72. Ensayo de SPT N° 06 Muestra N° 01.

Interpretación: Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422 del sondaje (SPT-06), muestra (M-1), Se logró determinar su clasificación SUCS como CL-ML que es un tipo de suelo denominado “Arcilla y Limo Arenoso” que contiene limo arcilloso de baja plasticidad, el cual tiene un 35,8% de humedad, presenta 23,6% de Límite Líquido, 15,9% de Limite Plástico y un 7,7% de Índice de Plasticidad.

3.2 Determinación del Contenido de Humedad de suelos

Tabla 14. Contenido de Humedad.

			HUMEDAD NATURAL					% de Humedad
Calicata - SPT	Muestra	Prof. (m)	N° Envase	Peso de Envase Suelo Húmedo	Peso de Encase Suelo Seco	Peso de Envase	Peso de Agua	
C1	M1	0.25-0.40		1,425.00	1,310.00		115.00	8.80
C1	M2	1.20-2.50		612.00	525.00		87.00	16.60
C2	M1	0.20-0.40		1,360.00	1,263.00		97.00	7.70
C2	M2	1.30-2.50		761.00	583.00		178.00	30.50
C3	M1	1.50-2.50		1,505.00	1,320.00		185.00	14.00
C4	M1	0.25-0.35		1,652.00	1,511.00		141.00	9.30
C4	M2	1.35-2.50		1,037.00	906.00		131.00	14.50
C5	M1	1.10-2.50		824.00	712.50	56.80	111.50	17.00
C6	M1	1.30-2.50		810.00	676.00		134.00	19.80
C7	M1	0.20-0.40		620.00	577.00		43.00	7.50
C7	M2	1.00-2.50		998.00	845.00		153.00	18.10
C8	M1	0.25-1.30		820.00	748.00		72.00	9.60
C8	M2	1.30-2.50		1,035.00	863.00		172.00	19.90
C9	M1	0.30-1.00		1,058.00	1,008.00		50.00	5.00
C9	M2	1.00-2.50		1,365.00	1,186.00		179.00	15.10
C10	M1	0.20-2.50		1,607.00	1,398.00		209.00	14.90
C11	M1	0.00-0.30		1,447.00	1,355.00		92.00	6.80
C11	M2	1.20-2.50		647.00	566.20	63.50	80.80	16.10
C12	M1	0.30-1.00		1,033.00	1,003.00		30.00	3.00
C12	M2	1.00-2.50		1,251.00	1,057.00		194.00	18.40
SPT-03	M1	1.20-1.65		660.40	563.80		96.60	17.10
SPT-03	M2	2.20-2.65		746.50	592.30		154.20	26.00
SPT-04	M1	1.00-1.45		435.00	375.80		59.20	15.80
SPT-04	M2	2.00-2.45		600.00	489.30		110.70	22.60
SPT-05	M1	1.00-1.45		540.00	448.00		92.00	20.50
SPT-05	M2	2.00-2.45		680.00	541.20		138.80	25.60
SPT-06	M1	2.00-2.45		455.00	335.00		120.00	35.80

Interpretación:

Según las pruebas de Humedad, éstas nos indican que casi todas las calicatas son secas, con excepción de la calicata C2-M2 que es húmeda.

Podemos decir que son suelos medianamente húmedos, pero no saturados.

Encontramos en los sondajes SPT que, a mayor profundidad mayor humedad.

3.3 Proctor Modificado y CBR

C₁ - M₂ - Prof. 1.20-2.50m.

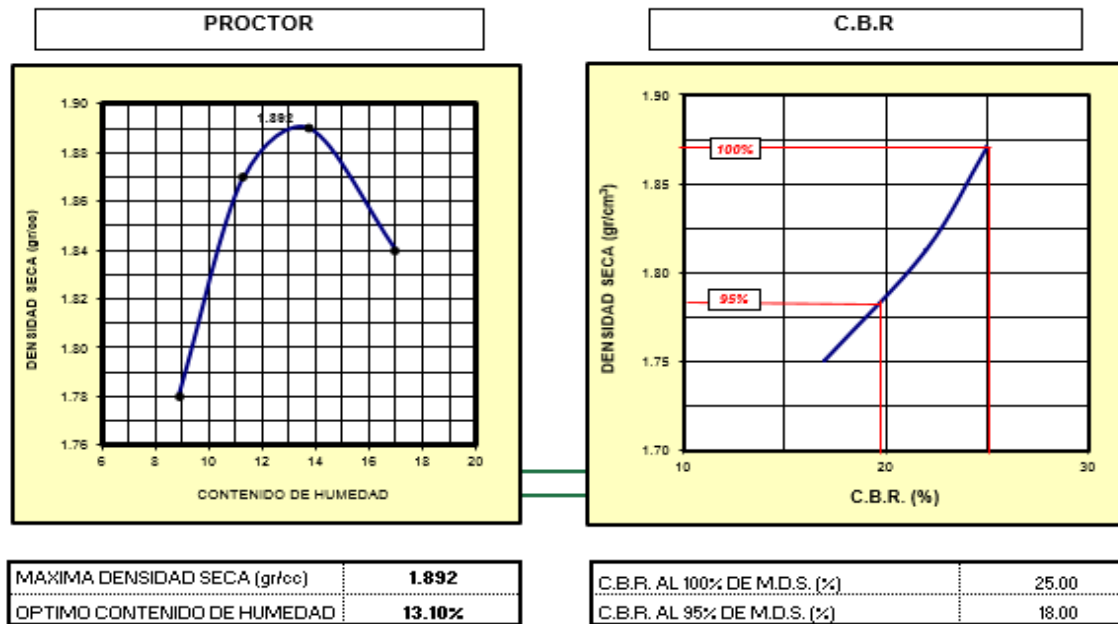


Figura 73. Ensayo de Proctor - CBR Calicata N° 01 Muestra N° 02.

Interpretación:

Al comparar los resultados entre el Ensayo Proctor y el CBR para un mismo suelo, se puede comprobar que el Modificado tiene valores de Densidad Seca más elevados = 1.892 gr/cm³.

En el ensayo CBR tomamos el valor al 95% según la Norma de Diseño de MTC = 18%

C₈ - M₂ - Prof. 0.25-1.30m.

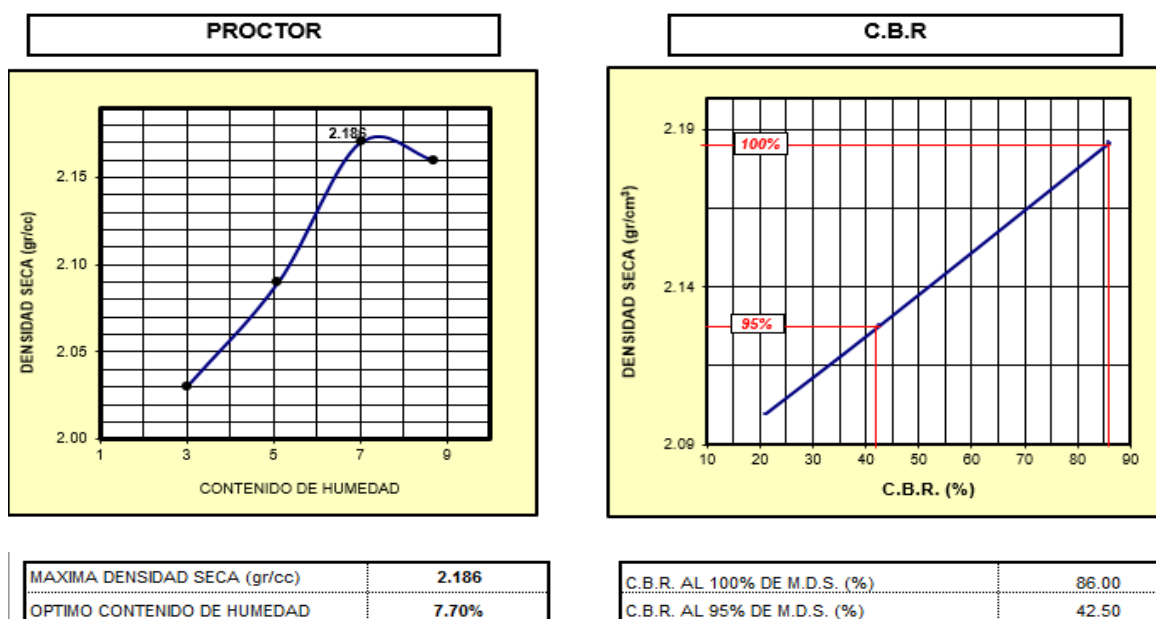


Figura 74. Ensayo de Proctor - CBR Calicata N° 08 Muestra N° 02.

Interpretación:

Al comparar los resultados entre el Ensayo Proctor y el CBR para un mismo suelo, se puede comprobar que el Modificado tiene valores de Densidad Seca más elevados = 2.186 gr/cm³.

En el ensayo CBR tomamos el valor al 95% según la Norma de Diseño de MTC = 42.5%

C₇ - M₂ - Prof. 1.00-2.50m.

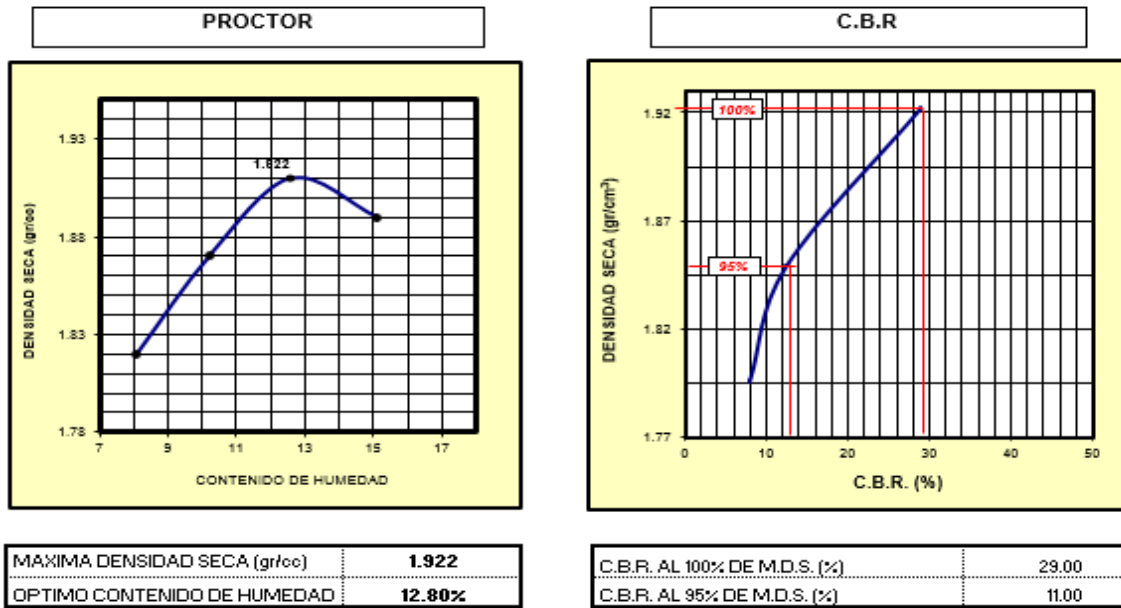


Figura 75. Ensayo de C7-M2 -Proctor - CBR N° 07 Muestra N° 02.

Interpretación:

Al comparar los resultados entre el Ensayo Proctor y el CBR para un mismo suelo, se puede comprobar que el Modificado tiene valores de Densidad Seca más elevados = 1.922 gr/cm³.

En el ensayo CBR tomamos el valor al 95% según la Norma de Diseño de MTC = 11%

C₂ - M₁ - Prof. 0.20-0.40m.

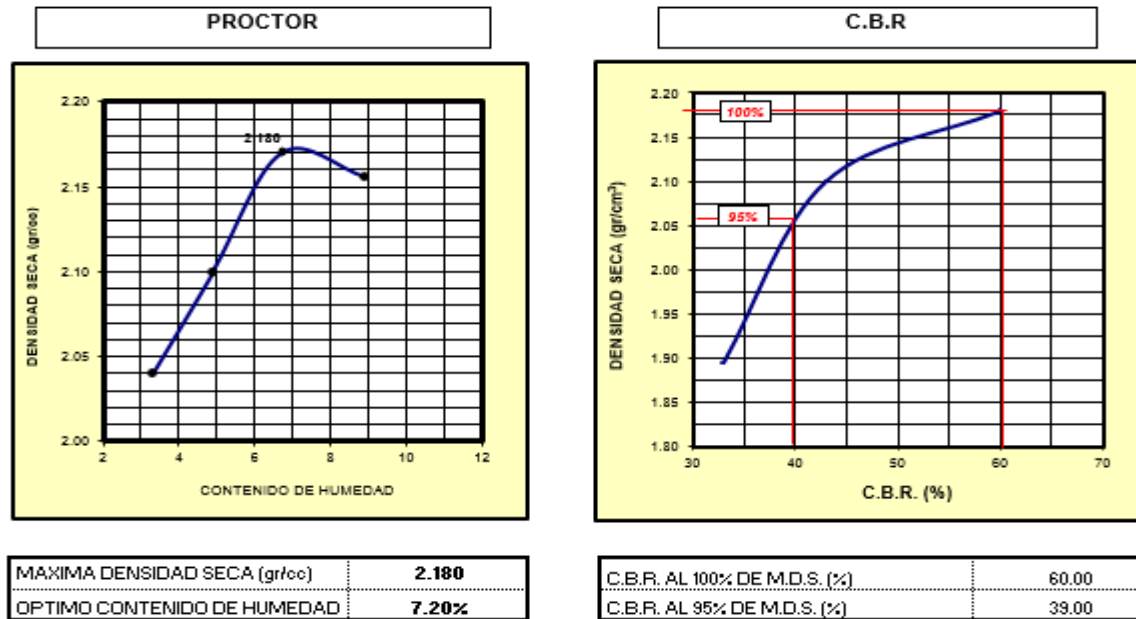


Figura 76. Ensayo de C2-M1 -Proctor - CBR N° 02 Muestra N° 01.

Interpretación:

Al comparar los resultados entre el Ensayo Proctor y el CBR para un mismo suelo, se puede comprobar que el Modificado tiene valores de Densidad Seca más elevados = 2.180 gr/cm³.

En el ensayo CBR tomamos el valor al 95% según la Norma de Diseño de MTC = 39%

Tabla 15. Densidad Natural.

3.4. Densidad Natural del suelo insitu mediante el método del Cono de Arena

CALICATA		C-1	C-2	c-5	c-7	c-8	c-11	c-12
PROFUNDIDAD:		1.90	1.80	1.70	1.90	1.80	1.60	1.80
PRUEBA #		1	2	3	4	5	6	7
ARENA CALIBRADA	gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
PESO ARENA+ENVASE	gr.	6920	6860	6710	6890	6950	6670	6870
CORRECCIÓN DE CONO	gr.	1425	1425	1590	1425	1425	1590	1425
PESO DEVUELTO	gr.	2815	2780	2760	2615	2600	2420	2965
PESO DE ARENA EN CAVIDAD	gr.	2680	2655	2360	2850	2925	2660	2480
VOLUMEN CAVIDAD	cc	1942	1924	1710	2065	2120	1928	1797
PESO TOTAL MUESTRA HÚMEDA	gr.	3410	3415	3024	3610	3750	3395	3180
PESO MATERIAL > 3/4	gr.	0	0	0	0	0	0	0
PESO MATERIAL < 3/4	gr.	3410	3415	3024	3610	3750	3395	3180
PESO ESPECIFICO GRAVA	gr/cc	0	0	0	0	0	0	0
VOLUMEN GRAVA > 3/4	cc	0	0	0	0	0	0	0
VOLUMEN DE MATERIAL < 3/4	cc	1942	1924	1710	2065	2120	1928	1797
D _h MATERIAL HÚMEDO	gr/cc	1.76	1.78	1.77	1.75	1.77	1.76	1.77
% DE GRAVA > 3/4	%	0	0	0	0	0	0	0
CONTENIDO DE HUMEDAD		3	1	4	5	7	13	10
RECIPIENTE + S. HÚMEDO	gr.	612	761	824	998	1035	647	1251
RECIPIENTE + S. SECO	gr.	525	583	712.5	845	863	566.2	1057
AGUA	gr.	87	178	111.5	153	172	80.8	194
PESO RECIPIENTE	gr.	0	0	56.8	0	0	63.5	0
PESO SUELO SECO	gr.	525	583	655.7	845	863	502.7	1057
% DE HUMEDAD	%	16.6	30.5	17.0	18.1	19.9	16.1	18.4
D _s DEL MATERIAL	gr/cc	1.51	1.36	1.51	1.48	1.48	1.52	1.50

Interpretación: Según las pruebas de Densidad Natural hechas en 7 calicatas, éstas nos indican que casi todas son densas, con excepción de la calicata C2 que es suelta.

3.4 Método De Ensayo De Penetración Estándar SPT

LABORATORIO GEOTECNICO									
REGISTRO DE EXPLORACION DE SONDAJES									
Solicitante		OTTO SCIPION PIÑELLA							
Proyecto		Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018							
Ubicación		Terminal Portuario del Callao							
Referencia		SPT -1		Lado		Prof. (m)		Localización	
Calicata		N. F. (m)		Operador		Cota (m)		Fecha	
								OCTUBRE 2018	

prof. (m)	Tipo	S.P.T.		Mues	Descripción visual del estrato	SUCS	Perfil N de S.P.T.	(m)	
		N golpes cada 15 cm	N						
0.00 - 0.15	PECK				Relleno compuesto de grava arenosa con algunos desperdicios orgánicos.			0.00 - 0.15	
0.15 - 0.30								0.15 - 0.30	
0.30 - 0.45									0.30 - 0.45
0.45 - 0.60									0.45 - 0.60
0.60 - 0.75									0.60 - 0.75
0.75 - 0.90									0.75 - 0.90
0.90 - 1.00									0.90 - 1.00
1.00 - 1.15	CAÑA		10		Grava arenosa mal graduada, densa, ligeramente húmeda, color gris claro, con partículas sub redondeadas, tamaño máximo 15cm.		1.00 - 1.15		
1.15 - 1.30			12				1.15 - 1.30		
1.30 - 1.45			13				1.30 - 1.45		
1.45 - 1.60			15				1.45 - 1.60		
1.60 - 1.75							1.60 - 1.75		
1.75 - 1.90	CAÑA		5		LIMOS DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRON OSCURO, CONSISTENCIA MEDIA		1.75 - 1.90		
1.90 - 2.00			4				1.90 - 2.00		
2.00 - 2.15			2				2.00 - 2.15		
2.15 - 2.30			2				2.15 - 2.30		
2.30 - 2.45			2				2.30 - 2.45		
2.45 - 2.60							2.45 - 2.60		
2.60 - 2.75							2.60 - 2.75		
2.75 - 2.90							2.75 - 2.90		
2.90 - 3.00							2.90 - 3.00		
3.00 - 3.15							3.00 - 3.15		
3.15 - 3.30							3.15 - 3.30		
3.30 - 3.45							3.30 - 3.45		
3.45 - 3.60							3.45 - 3.60		
3.60 - 3.75							3.60 - 3.75		
3.75 - 3.90							3.75 - 3.90		
3.90 - 4.00					3.90 - 4.00				
4.00 - 4.15					4.00 - 4.15				
4.15 - 4.30					4.15 - 4.30				
4.30 - 4.45					4.30 - 4.45				
4.45 - 4.60					4.45 - 4.60				
4.60 - 4.75									
4.75 - 4.90									
4.90 - 5.00									
5.00 - 5.15									
5.15 - 5.30									
5.30 - 5.45									

Observaciones	Croquis	
---------------	---------	--

Figura 77. Registro de Exploración de sondajes –SPT 01.

Interpretación:

Según los resultados de este análisis se usó el Cono Peck para pasar la carpeta de rodadura y llegar a la capa de afirmado, el número de golpes varió entre 10 y 15. Luego se usó la Caña hasta llegar a la base, el número de golpes varió entre 5 y 2 en forma decreciente.

LABORATORIO GEOTECNICO									
REGISTRO DE EXPLORACION DE SONDAJES									
Solicitante		OTTO SCIPION PIÑELLA							
Proyecto		Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018							
Ubicación		Terminal Portuario del Callao							
Referencia				Lado		Localización			
Calicata		SPT -2		Prof. (m)		Cota (m)			
N. F. (m)				Operador		Fecha		OCTUBRE 2018	
prof.		S.P.T.						Perfil N de S.P.T.	
				Mues		Descripción visual del estrato		SUCS	
(m)		N golpes cada 15 cm		N					
		Tipo							
0.00 - 0.15						Relleno compuesto de grava arenosa con algunos desperdicios organicos.			
0.15 - 0.30									
0.30 - 0.45									
0.45 - 0.60									
0.60 - 0.75									
0.75 - 0.90									
0.90 - 1.00									
1.00 - 1.15						Grava arenosa mal graduada densa ligeramente humeda, color gris claro, con particulas sub redondeadas, tamaño máximo 15cm.			
1.15 - 1.30				12					
1.30 - 1.45				11					
1.45 - 1.60				14					
1.60 - 1.75				16					
1.75 - 1.90									
1.90 - 2.00									
2.00 - 2.15				3		LIMOS DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRON OSCURO, CONSISTENCIA MEDIA			
2.15 - 2.30				5					
2.30 - 2.45				4					
2.45 - 2.60				1					
2.60 - 2.75									
2.75 - 2.90									
2.90 - 3.00									
3.00 - 3.15									
3.15 - 3.30									
3.30 - 3.45									
3.45 - 3.60									
3.60 - 3.75									
3.75 - 3.90									
3.90 - 4.00									
4.00 - 4.15									
4.15 - 4.30									
4.30 - 4.45									
4.45 - 4.60									
4.60 - 4.75									
4.75 - 4.90									
4.90 - 5.00									
5.00 - 5.15									
5.15 - 5.30									
5.30 - 5.45									

Figura 78. Registro de Exploración de sondajes – SPT 02.

Interpretación:

Según los resultados de este análisis se usó el Cono Peck para pasar la carpeta de rodadura y llegar a la capa de afirmado, el número de golpes varió entre 12 y 16. Luego se

usó la Caña hasta llegar a la base, el número de golpes varió entre 5 y 1 en forma decreciente.

LABORATORIO GEOTECNICO														
REGISTRO DE EXPLORACION DE SONDAJES														
Solicitante		OTTO SCIPION PIÑELLA												
Proyecto		Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018												
Ubicación		Terminal Portuario del Callao												
Referencia		SPT - 3		Lado	Prof. (m)		3.45		Localización					
Calicata		NP		Operador					Cota (m)					
N. F. (m)									Fecha	OCTUBRE 2018				
prof.		Tipo	S.P.T.		Mues	Descripción visual del estrato	SUCS	Perfil N de S.P.T.						
(m)	N golpes cada 15 cm		N	(m)										
0.00 - 0.15	PECK		38		ASFALTO						0.00 - 0.15			
0.15 - 0.30					RELENO COMPUESTO DE GRAVA ARENOSA CON ALGUNOS DESPERDICIOS ORGANICOS						0.15 - 0.30			
0.30 - 0.45											0.30 - 0.45			
0.45 - 0.60											0.45 - 0.60			
0.60 - 0.75											0.60 - 0.75			
0.75 - 0.90											0.75 - 0.90			
0.90 - 1.00											0.90 - 1.00			
1.00 - 1.15	CAÑA		5		ARENALIMOSA						1.00 - 1.15			
1.15 - 1.30											1.15 - 1.30			
1.30 - 1.45											1.30 - 1.45			
1.45 - 1.60											1.45 - 1.60			
1.60 - 1.75											1.60 - 1.75			
1.75 - 1.90											1.75 - 1.90			
1.90 - 2.00											1.90 - 2.00			
2.00 - 2.15	CAÑA		5								2.00 - 2.15			
2.15 - 2.30											2.15 - 2.30			
2.30 - 2.45											2.30 - 2.45			
2.45 - 2.60											2.45 - 2.60			
2.60 - 2.75											2.60 - 2.75			
2.75 - 2.90											2.75 - 2.90			
2.90 - 3.00											2.90 - 3.00			
3.00 - 3.15											3.00 - 3.15			
3.15 - 3.30											3.15 - 3.30			
3.30 - 3.45											3.30 - 3.45			
3.45 - 3.60											3.45 - 3.60			
3.60 - 3.75											3.60 - 3.75			
3.75 - 3.90											3.75 - 3.90			
3.90 - 4.00											3.90 - 4.00			
4.00 - 4.15											4.00 - 4.15			
4.15 - 4.30											4.15 - 4.30			
4.30 - 4.45											4.30 - 4.45			
4.45 - 4.60											4.45 - 4.60			
4.60 - 4.75														
4.75 - 4.90														
4.90 - 5.00														
5.00 - 5.15														
5.15 - 5.30														
5.30 - 5.45														
Observaciones						Croquis								

Figura 79. Registro de Exploración de sondajes – SPT 03.

Interpretación:

Según los resultados de este análisis se usó el Cono Peck para pasar la carpeta de rodadura con un número total de golpes de 38 y llegar a la capa de afirmado donde se usó

la Caña, el número de golpes fue de 5. Seguimos con la Caña hasta llegar a la base, aquí el número total de golpes fue de 5.

LABORATORIO GEOTECNICO									
REGISTRO DE EXPLORACION DE SONDAJES									
Solicitante		OTTO SCIPION PINELLA							
Proyecto		Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018							
Ubicación		Terminal Portuario del Callao							
Referencia		SPT - 4		Lado		Localización			
Calicata		2.20		Prof. (m)		2.45		Cota (m)	
N. F. (m)				Operador				OCTUBRE 2018	
prof. (m)	Tipo	S.P.T.		Mues	Descripción visual del estrato	SUCS	Perfil N de S.P.T.		(m)
		N golpes cada 15 cm	N						
0.00 - 0.15	PECK				ASFALTO				0.00 - 0.15
0.15 - 0.30					RELENO COMPUESTO DE GRAVA ARENOSA CON ALGUNOS DESPERDICIOS ORGANICO			0.15 - 0.30	
0.30 - 0.45								0.30 - 0.45	
0.45 - 0.60			9					0.45 - 0.60	
0.60 - 0.75								0.60 - 0.75	
0.75 - 0.90								0.75 - 0.90	
0.90 - 1.00								0.90 - 1.00	
1.00 - 1.15	CAÑA				ARENA LIMOSA				1.00 - 1.15
1.15 - 1.30								1.15 - 1.30	
1.30 - 1.45								1.30 - 1.45	
1.45 - 1.60			9					1.45 - 1.60	
1.60 - 1.75								1.60 - 1.75	
1.75 - 1.90								1.75 - 1.90	
1.90 - 2.00								1.90 - 2.00	
2.00 - 2.15								2.00 - 2.15	
2.15 - 2.30								2.15 - 2.30	
2.30 - 2.45								2.30 - 2.45	
2.45 - 2.60								2.45 - 2.60	
2.60 - 2.75								2.60 - 2.75	
2.75 - 2.90								2.75 - 2.90	
2.90 - 3.00								2.90 - 3.00	
3.00 - 3.15								3.00 - 3.15	
3.15 - 3.30								3.15 - 3.30	
3.30 - 3.45								3.30 - 3.45	
3.45 - 3.60								3.45 - 3.60	
3.60 - 3.75								3.60 - 3.75	
3.75 - 3.90								3.75 - 3.90	
3.90 - 4.00								3.90 - 4.00	
4.00 - 4.15								4.00 - 4.15	
4.15 - 4.30								4.15 - 4.30	
4.30 - 4.45								4.30 - 4.45	
4.45 - 4.60								4.45 - 4.60	
4.60 - 4.75									
4.75 - 4.90									
4.90 - 5.00									
5.00 - 5.15									
5.15 - 5.30									
5.30 - 5.45									
Observaciones					Croquis				

Figura 80. Registro de Exploración de sondajes – SPT 04.

Interpretación:

Según los resultados de este análisis se usó el Cono Peck para pasar la carpeta de rodadura con un número total de golpes de 9 y llegar a la capa de afirmado donde se usó la Caña, el número de golpes fue de 9 hasta llegar a la base.

LABORATORIO GEOTECNICO										
REGISTRO DE EXPLORACION DE SONDAJES										
Solicitante		OTTO SCIPION PIÑELLA								
Proyecto		Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018								
Ubicación		Terminal Portuario del Callao								
Referencia		SPT - 5		Lado	Prof. (m)		2.45		Localización	
Calicata				Operador	Cota (m)				Fecha	
N. F. (m)								OCTUBRE 2018		
prof. (m)	Tipo	S.P.T.		Mues	Descripción visual del estrato				SUCS	Perfil N de S.P.T.
		N golpes cada 15 cm	N							(m)
0.00 - 0.15	PECK		7		ASFALTO					0.00 - 0.15
0.15 - 0.30				RELENO COMPUESTO DE GRAVA ARENOSA CON ALGUNOS DESPERDICIOS ORGANICOS					0.15 - 0.30	
0.30 - 0.45									0.30 - 0.45	
0.45 - 0.60									0.45 - 0.60	
0.60 - 0.75									0.60 - 0.75	
0.75 - 0.90									0.75 - 0.90	
0.90 - 1.00	CAÑA		9		ARENA LIMOSA					0.90 - 1.00
1.00 - 1.15									1.00 - 1.15	
1.15 - 1.30									1.15 - 1.30	
1.30 - 1.45									1.30 - 1.45	
1.45 - 1.60									1.45 - 1.60	
1.60 - 1.75									1.60 - 1.75	
1.75 - 1.90										1.75 - 1.90
1.90 - 2.00										1.90 - 2.00
2.00 - 2.15										2.00 - 2.15
2.15 - 2.30										2.15 - 2.30
2.30 - 2.45										2.30 - 2.45
2.45 - 2.60										2.45 - 2.60
2.60 - 2.75										2.60 - 2.75
2.75 - 2.90										2.75 - 2.90
2.90 - 3.00										2.90 - 3.00
3.00 - 3.15										3.00 - 3.15
3.15 - 3.30										3.15 - 3.30
3.30 - 3.45										3.30 - 3.45
3.45 - 3.60										3.45 - 3.60
3.60 - 3.75										3.60 - 3.75
3.75 - 3.90										3.75 - 3.90
3.90 - 4.00										3.90 - 4.00
4.00 - 4.15										4.00 - 4.15
4.15 - 4.30										4.15 - 4.30
4.30 - 4.45										4.30 - 4.45
4.45 - 4.60										4.45 - 4.60
4.60 - 4.75										
4.75 - 4.90										
4.90 - 5.00										
5.00 - 5.15										
5.15 - 5.30										
5.30 - 5.45										
Observaciones					Croquis					

Figura 81. Registro de Exploración de sondajes – SPT 05.

Interpretación:

Según los resultados de este análisis se usó el Cono Peck para pasar la carpeta de rodadura con un número total de golpes de 7 y llegar a la capa de afirmado donde se usó la Caña, el número de golpes fue de 9 hasta llegar a la base.

LABORATORIO GEOTECNICO										
REGISTRO DE EXPLORACION DE SONDAJES										
Solicitante		OTTO SCIPION PIÑELLA								
Proyecto		Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018								
Ubicación		Terminal Portuario del Callao								
Referencia		SPT -6		Lado	Prof. (m)		2.45		Localización	
Calicata				Prof. (m)	2.45		Cota (m)			
N. F. (m)				Operador			Fecha		OCTUBRE 2018	
prof. (m)	Tipo	S.P.T.		Mues	Descripción visual del estrato				SUCS	Perfil N de S.P.T.
		N golpes cada 15 cm	N							(m)
0.00 - 0.15	PECK		12		ASFALTO					0.00 - 0.15
0.15 - 0.30				RELENO COMPUESTO DE GRAVA ARENOSA CON ALGUNOS DESPERDICIOS ORGANICOS					0.15 - 0.30	
0.30 - 0.45									0.30 - 0.45	
0.45 - 0.60									0.45 - 0.60	
0.60 - 0.75									0.60 - 0.75	
0.75 - 0.90	CAÑA		9		ARENALIMOSA					0.75 - 0.90
0.90 - 1.00									0.90 - 1.00	
1.00 - 1.15									1.00 - 1.15	
1.15 - 1.30									1.15 - 1.30	
1.30 - 1.45									1.30 - 1.45	
1.45 - 1.60										1.45 - 1.60
1.60 - 1.75										1.60 - 1.75
1.75 - 1.90										1.75 - 1.90
1.90 - 2.00										1.90 - 2.00
2.00 - 2.15										2.00 - 2.15
2.15 - 2.30										2.15 - 2.30
2.30 - 2.45										2.30 - 2.45
2.45 - 2.60										2.45 - 2.60
2.60 - 2.75										2.60 - 2.75
2.75 - 2.90										2.75 - 2.90
2.90 - 3.00										2.90 - 3.00
3.00 - 3.15										3.00 - 3.15
3.15 - 3.30										3.15 - 3.30
3.30 - 3.45										3.30 - 3.45
3.45 - 3.60										3.45 - 3.60
3.60 - 3.75										3.60 - 3.75
3.75 - 3.90										3.75 - 3.90
3.90 - 4.00										3.90 - 4.00
4.00 - 4.15										4.00 - 4.15
4.15 - 4.30										4.15 - 4.30
4.30 - 4.45										4.30 - 4.45
4.45 - 4.60										4.45 - 4.60
4.60 - 4.75										
4.75 - 4.90										
4.90 - 5.00										
5.00 - 5.15										
5.15 - 5.30										
5.30 - 5.45										
Observaciones					Croquis					

Figura 82. Registro de Exploración de sondajes – SPT 06.

Interpretación:

Según los resultados de este análisis se usó el Cono Peck para pasar la carpeta de rodadura con un número total de golpes de 12 y llegar a la capa de afirmado donde se usó la Caña, el número de golpes fue de 9 hasta llegar a la base.

3.5 Análisis de los resultados de los ensayos

Debemos indicar que en los pavimentos del terminal portuario, encontramos una carpeta de rodadura, una capa de afirmado y la base que es el terreno natural, que por ser puerto es material de relleno.

Como resumen de los ensayos practicados, diremos que casi todas las calicatas son secas con excepción de la C2-M2 que es húmeda. En su mayoría son suelos areno limosos de baja plasticidad.

La prueba de SPT la empleamos cuando no se puede hacer excavaciones manuales por la presencia del nivel freático, fue hecha para comprobar la resistencia del suelo frente a algún caso de licuefacción. Se empleó el Cono Peck para pasar la carpeta de rodadura y luego la Caña. Este ensayo se recomienda para suelos arenosos no plásticos.

Las pruebas de Densidad Natural y Humedad nos indican que son suelos medianamente densos y húmedos, pero no saturados, a mayor profundidad mayor humedad.

El ensayo de Proctor Modificado sirva para establecer la correspondencia entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado.

El ensayo de CBR se emplea para valuar la resistencia potencial de la Subrasante, Subbase y material de Base. La Norma del MTC de Suelos y Pavimentos, dice que si tenemos menos de 6 valores de CBR, se deberá tomar el menor valor o valor crítico para el diseño, en nuestro caso tenemos 4 ensayos, por lo que tomamos el CBR al 95% con el valor de 11% que tiene una clasificación de Subrasante de Buena.

3.6 Diseño del pavimento portuario

Con la entrada del contenedor en el movimiento de carga en los puertos ha aparecido una nueva generación de equipo de manipulación, que presenta particularidades nuevas con respecto al equipo de manipulación habitual de carga.

Tal vez más que cualquier otro componente, las particularidades opuestas del propio peso y tamaños pesados de esa nueva generación de equipo han tenido un efecto perjudicial en la vida y el mantenimiento del pavimento en los puertos.

Esto se ha hecho indiscutible en diversos temas en que las zonas pavimentadas ciertas, bosquejadas para otros procedimientos, se emplearon subsiguientemente como patios de contenedores, tal como se puede visualizar en la vista fotográfica anexa, donde se distingue en el Terminal Portuario del Callao, el pavimento ha colapsado bosquejado para carga suelta y manejado ulteriormente para almacenamiento de contenedores.



Figura 83. Falla de Pavimento causada por los contenedores en el Puerto del Callao.

Descripción del contenedor como elementos de transporte

Las cargas de contenedores se transfieren al pavimento por elementos de soporte de 0,178 m. x 0,162m ubicados en las costados, los cuales resaltan en su cara inferior 0,0125 m y son utilizados para encerrar del suelo la mercancía y preparar su maniobra



Figura 84. Apilamiento de Contenedores en el Puerto del Callao.

La unidad de medida en el transporte de los contenedores es el TEU (Twenty Equivalent Unit) o contenedor semejante de 20 pies de longitud. Los más frecuentes en la actualidad son los que tienen 20 pies (1 TEU) y 40 pies (2 TEU). Concurren además contenedores de 10 pies (0.5 TEU) y de 30 pies (1.5 TEU) y están empezando a emplear los de 50 pies (2.5 TEU). Las cargas totales de los contenedores son muy volubles. Para un contenedor de 20 pies carga máxima es de unos 200 kN (20.39 Tns.), pero la práctica en la inclinación de carga ha señalado que la carga media estimada no excede los 130 kN (13.26 Tns.). Por su parte, para un contenedor de 40 pies la carga máxima es de unos 300 kN (30.59 Tns.) pudiéndose estimar una carga media no superior a 200kN (20.39 Tns.).

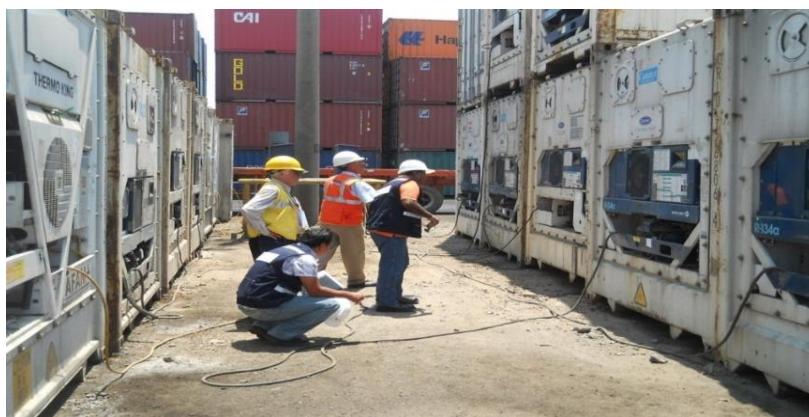
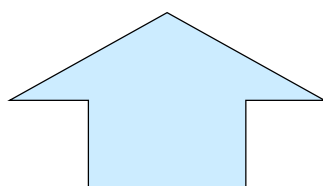


Figura 85. Se aprecia al fondo el apilamiento de contenedores en el Puerto del Callao.

Las presiones de contacto sobre el pavimento obedecen de la manera de acumular los contenedores (aislados, en fila simple o en fila variada o bloque), de las alturas disponibles (de una a cinco alturas habitualmente).

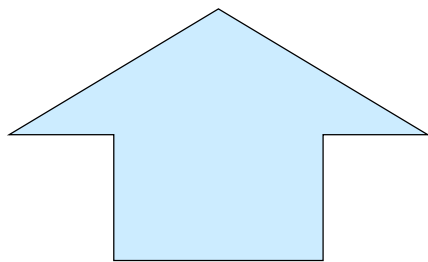
Tipos de almacenamiento o arreglos de contenedores

Es significativo señalar que las formas de acopio o arreglos (distribución en planta y alturas) de contenedores dependen claramente de razonamientos logísticos y de explotación de la establecimiento y de los aparatos de manipulación utilizados.

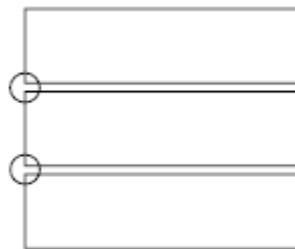


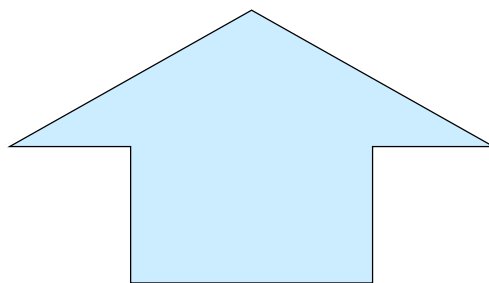
ARREGLO
SIMPLE



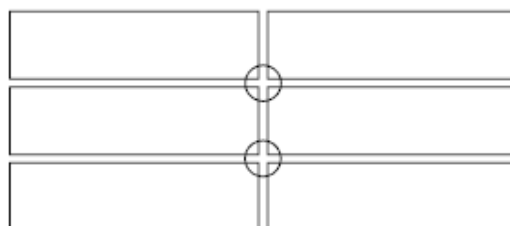


ARREGLO EN COLUMNAS





ARREGLO EN BLOQUES



Determinación de la carga en un pavimento portuario

Con el objeto de implantar la clase de cargas que se despliegan en un pavimento en puertos, se ha hecho el empleo del estudio determinado en el manual “**The structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and other Industries**” de la British Ports Association, perfeccionado por el BSc John Knapton y BSc Marios Meletiou-edición 1996, así como la Monografía N° 5 publicada por la UNCTAD sobre “**Gerenciamiento de Pavimentos en Terminales Portuarios**”-1987, preexistiendo uno de los pocos textos perfeccionados en esta especialidad.

Se establecen tres (3) niveles de fracasos relacionados con el pavimento de puertos:

- Fracaso por aspectos estructurales (diseño)
- Fracaso por entornos del suelo, y
- Fracaso por la operación.

Se constituye que todo diseño de pavimentos en puertos debe abarcar el análisis y demostración de los siguientes componentes:

- Diseño estructural.
- Diseño de drenaje.
- Características del suelo.
- Marketing del gerenciamiento de tráfico y acopio.
- Interrelación con otras facilidades y estructuras.
- Selección de apropiadas técnicas de construcción.
- Protección del medio ambiente.
- Estética.

Los acuerdos antes señalados están concretamente concernientes con el bosquejo distributivo de pavimentos que se emplean en puertos y otras industrias, y han sido pensados en base al concepto de Carga Simple Equivalente (Equivalent Single Load) y el comportamiento y asistencia intacta del pavimento es a través de su vida productiva.

El procedimiento o circunstancia de carga está relacionada con la noción de Carga Simple Equivalente, para cuyo corolario es imprescindible información sobre el tipo de cargas que se espera maniobre en una fija área del puerto.

Valor de carga de una rueda:

El valor de boceto de la carga de una rueda depende de la variación del peso del contenedor que va a manipularse.

El diseño debe estar fundado en la carga crítica, la similar que se precisa como la carga cuyo valor y número de rediseños perjudican la totalidad de los pavimentos.

La evaluación de la carga crítica y el número de remodelaciones de esa carga es como sigue:

La Tabla 01 muestra la distribución de pesos de contenedores encontrados en puertos de la Gran Bretaña, para proporciones diferentes de contenedores de 20 y 40 pies. Cuando exista mejor información recogida en el campo, ésta debe ser usada en reemplazo de la tabla mencionada.

Para cada uno de los pesos de contenedor expuestos en la tabla 01, se automatiza la consecuencia del perjuicio producido, empleando la siguiente ecuación:

$$D = (W/12000)^{3.75} (P/0.8)^{1.25} \cdot N$$

Donde:

D = Efecto del daño

W = Carga de la rueda correspondiente con el peso del contenedor descrito (Kg.)

P = Presión de la rueda (N/mm²)

N = % de la proporción de contenedores de 20 y 40 pies que figura (Tabla 01)

El peso del contenedor para el mayor valor de **D** pertenece al peso crítico del contenedor y todos los cálculos de las cargas sucesivas deben estar fundados en esta carga.

Prácticas existentes antes de la publicación del manual “**The structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and other Industries**” publicaron, que cuando el número de contenedores de 40 pies operados correspondían al 100%, la carga crítica era de 22,000 Kg., y cuando los contenedores que se manejan correspondían a 20 pies la carga crítica era de 21,000 Kg.

Estas evaluaciones pueden ser manejadas en sistematizaciones preliminares. En general, una combinación de contenedores 20/40 pies tiene un peso crítico de 21,000 Kg

Tabla 16. Porcentajes de contenedores de diferentes pesos para cinco diferentes combinaciones de 40ft a 20ft.

Peso del Contenedor (Kg.)	Relación de Contenedores de 40ft a 20ft				
	100/0	60/40	50/50	40/60	0/100
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.00	0.18	0.23	0.28	0.46
3000	0.00	0.60	0.74	0.89	1.49
4000	0.18	1.29	1.57	1.84	2.95
5000	0.53	1.90	2.25	2.59	3.96
6000	0.98	2.17	2.46	2.76	3.94
7000	1.37	2.41	2.67	2.93	3.97
8000	2.60	3.05	3.16	3.27	3.72
9000	2.82	3.05	3.11	3.17	3.41
10,000	3.30	3.44	3.48	3.52	3.66
11,000	4.43	4.28	4.24	4.20	4.04
12,000	5.73	5.24	5.12	4.99	4.50
13,000	5.12	4.83	4.76	4.69	4.41
14,000	5.85	5.38	5.26	5.14	4.67
15,000	4.78	5.12	5.21	5.29	5.63
16,000	5.22	5.58	5.67	5.76	6.13
17,000	5.45	5.75	5.83	5.91	6.21
18,000	5.55	5.91	6.00	6.10	6.46
19,000	6.08	6.68	6.83	6.98	7.58
20,000	7.67	8.28	8.43	8.58	9.19
21,000	10.40	8.93	8.56	8.18	6.72
22,000	9.95	7.60	7.02	6.43	4.08
23,000	5.53	4.31	4.00	3.69	2.47
24,000	2.75	1.75	1.50	1.25	0.24
25,000	0.95	0.63	0.55	0.47	0.15
26,000	0.67	0.40	0.33	0.27	0.00
27,000	0.72	0.43	0.36	0.29	0.00
28,000	0.53	0.32	0.27	0.21	0.00
29,000	0.43	0.26	0.22	0.17	0.00
30,000	0.28	0.17	0.14	0.11	0.00
31,000	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00
32,000	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00
33,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ruedas:

El área de contacto de la plantilla de una rueda de un equipo portuario de manipuleo de contenedores, es adjudicada para ser circular, con una presión de contacto analoga a la presión de la rueda. Otras plantillas pueden ser fabricados a la medida con ruedas sobre suelos blandos.

Dinámica:

Los efectos de la carga dinámica inducida por las esquinas, aceleración, frenado y superficies escabrosas son tomados en cuenta por el factor **fd**.

Cuando la sección de un pavimento está sujeta a efectos dinámicos la carga en las ruedas es regulada por los factores que se indican en la tabla que a continuación se acompaña:

Las cargas estáticas se incrementan por lo porcentajes que figuran la siguiente tabla:

Tabla 17. Factores Dinamicos (Fd).

	<u>CONDICION</u>	<u>TIPO DE PLANTA</u>	<u>Fd</u>
▪ Frenado	- Elevador de Izaje Frontal - Transportador Elevado - Side Lift Truck - Tractor y Trailer	± 30% (Front Lift Truck) ± 50% (Straddle Carrier) ± 20% (Elevador de Izaje Lateral) ± 10% (Tractor y carreta)	
▪ Esquineros	-- Elevador de Izaje Frontal - Transportador Elevado - Side Lift Truck - 30% (Elevador de Izaje Lateral) - Tractor y Trailer	40% (Front Lift Truck) 60% (Straddle Carrier) 30% (Tractor y carreta)	
▪ Aceleración	- Elevador de Izaje Frontal - Transportador Elevado - Side Lift Truck - Tractor y Trailer	10% (Front Lift Truck) 10% (Straddle Carrier) 10% (Elevador de Izaje Lateral) 10% (Tractor y carreta)	
▪ Superficie Irregular	- Elevador de Izaje Frontal (Front Lift Truck) - Transportador Elevado - Side Lift Truck - Tractor y Trailer	20% 20% (Straddle Carrier) 20% (Elevador de Izaje Lateral) 20% (Tractor y carreta)	

Fuente: Manual “The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and other Industries”

Donde dos (2) o tres (3) de estas condiciones son aplicables simultáneamente **Fd** debe ser tomado del análisis múltiple de efectos dinámicos.

Ejemplo:

En el caso de un Elevador de Izaje Frontal (Front Lift Truck) donde existen efectos de esquineros y aceleración sobre un suelo anormal, el factor dinámico es $40\% + 10\% + 20\%$, es decir 70% . En el caso de frenado, el factor dinámico es adicionado por las ruedas frontales y restado para las ruedas posteriores. En el caso de una planta con ruedas localizadas muy cercanas, caso el Transportador elevado (Straddle Carrier) los factores dinámicos de frenado y aceleración deben aplicarse a las ruedas central cercana y son reducidos de acuerdo a su geometría.

Carga estática:

Las cargas estáticas provienen de los esquineros y emplean altos esfuerzos al pavimento. En el caso de almacenaje de contenedores vacíos el pavimento debe ser diseñado para transferir repetidas cargas de las ruedas siendo capaces transmitir la carga estática sin un colapso estructural.

Esta condición también ocurre para los contenedores llenos en almacenamiento de poca altura. Sin embargo la zona debe ser delineada para resistir altos esfuerzos y cargas.

Valores de carga en las esquinas de los contenedores:

Los contenedores eran usualmente almacenados hace pocos años en forma simple, filas o bloques, en no más de 3 de altura y excepcionalmente con un máximo de 5 de altura. Sin embargo en los últimos tiempos, en algunos lugares, los contenedores han sido almacenados hasta una altura de 8 tendiéndose a ser una práctica común.

Las esquinas metálicas ubicadas en las esquinas de los contenedores tienen medidas de $178\text{ mm} \times 162\text{ mm}$ y continuamente sobresalen 12.5 mm por debajo del lado inferior del contenedor.

El manual antes mencionado dispone de una tabla referida al cargado de los pavimentos en función a la modalidad de acopio, la misma que ha sido confeccionada de la siguiente manera:

Tabla 18. Cargado del pavimentos en función a la modalidad de almacenamiento

ALTURA DE ALMACEN.	REDUCCION DE PESO BRUTO	ESFUERZO DE CONTACTO (N/mm ²)	CARGA SOBRE EL PAVIMENTO (KN) PARA C/ DISTRIBUCION DE ALMACENAMIENTO		
			SIMPLE	FILAS	BLOQUES
1	0	2.59	76.2	152.4	304.8
2	10	4.67	137.2	274.3	548.6
3	20	6.23	182.9	365.8	731.5
4	30	7.27	213.4	426.7	853.4
5	40	7.78	228.6	457.2	914.4
6	40	9.33	274.3	548.6	1097.0
7	40	10.90	320.0	640.0	1280.0
8	40	12.50	365.8	731.6	1463.2

Fuente: Manual "The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and other Industries"

Desde que es inaplicable que todos los contenedores en un almacenaje estén íntegramente cargados el máximo peso bruto sería mínimo por los porcentajes indicados en el cuadro anterior .Los valores señalados pueden ser usados concisamente en el diseño.

En el caso de contenedores vacíos las cargas en el pavimento pueden ser calculadas sobre la base de un contenedor de 40 pies que pesa 3,000 Kg. y un contenedor de 20 pies un peso de 2,000 Kg.

Rueda de remolques:

En el caso de remolques hay continuamente 2 pares de ejes de ruedas las cuales son de 88 mm. de ancho x 225 mm. de diámetro. Cuando el transporte esta parado el área de contacto es cerca de 10 x 88 mm y los esfuerzos son 40 N / mm². Algunos remolques tienen una placa pivote que mide 150 mm x 225 mm (Quinta rueda) y produce esfuerzos de contacto de 2.0 N/mm², que es adecuadamente baja para ser inciertamente distribuida a través de la base estructural del pavimento.

Factores de aproximación de ruedas :

La fuerza activa del diseño es el esfuerzo de tracción horizontal en el fondo del material Base. Si una rueda solo es considerada, el máximo esfuerzo de tracción horizontal ocurre debajo del centro de la rueda y disminuye con la distancia de la rueda. Si 2 ruedas están adecuadamente colindantes, el esfuerzo de cada rueda se acrecienta en una concluyente cantidad que se le carga a la otra rueda.

La carga en las ruedas es transformada por el apropiado factor de cercanía determinado en la tabla consiguiente:

Tabla 19. Factor de proximidad de ruedas

ESPACIAMIENTO DE RUEDAS (mm.)	FACTOR DE PROXIMIDAD PARA EFECTIVA PROFUNDIDAD A LA BASE DE:		
	1000 mm.	2000 mm.	3000 mm.
300	1.82	1.95	1.98
600	1.47	1.82	1.91
900	1.19	1.65	1.82
1200	1.02	1.47	1.71
1800	1.00	1.19	1.47
2400	1.00	1.02	1.27
3600	1.00	1.00	1.02
4800	1.00	1.00	1.00

Fuente: Manual "The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and other Industries"

Si la cercanía de las ruedas no estuviera considerada, los esfuerzos aplicables deben ser de esfuerzos de tracción radial concisamente por debajo de la rueda cargada. Si hay una segunda rueda cerca, el esfuerzo tangencial esta por lo general debajo de la primera rueda. Este esfuerzo tangencial es agregado al esfuerzo radial contribuido por la rueda principal.

El factor de cercanía es la relación de la suma de aquellos esfuerzos a los esfuerzos de tracción radial resultante de la rueda primaria.

La siguiente ecuación es propuesta en el citado manual, para calcular esfuerzos:

$$\sigma_R = \frac{W}{2\pi} \left[\frac{3r^2z}{\alpha^{5/2}} - \frac{1-2\nu}{\alpha + z.\alpha^{1/2}} \right]$$

$$\sigma_T = \frac{W}{2\pi} [1-2\nu] \cdot \left[\frac{z}{\alpha^{3/2}} - \frac{1}{\alpha + z \cdot \alpha^{1/2}} \right]$$

Donde:

σ_R = Esfuerzo Radial.

σ_T = Esfuerzo

W = Carga.

r = Distancia horizontal entre las ruedas.

z = Posición de la profundidad donde se hallan los cálculos de los esfuerzos.

ν = Relación Poisson.

$$\alpha = r^2 + z^2$$

Cuando más de dos ruedas están muy próximas el esfuerzo radial debajo de la rueda crítica puede existir un incremento para contabilizar para dos o más contribuciones de esfuerzos tangenciales.

La tabla anterior muestra que el **Factor de Proximidad** depende del espaciamiento de las ruedas y de la efectiva profundidad de la Base del pavimento. La efectiva profundidad puede obtenerse desde la siguiente formula y representa la profundidad desde la superficie del pavimento al lado inferior de la Base debiendo la Base que ser construida desde el material Sub-Base.

Profundidad efectiva = 300

$$\sqrt[3]{\frac{35000}{\text{CBR} \times 10}}$$

Donde:

CBR = California Bearing Ratio de la Sub-Base.

Como una ilustración, se considerará un Elevador de Izaje Frontal (Front Lift Truck) con tres ruedas en cada extremo del eje frontal. La localización crítica esta debajo del centro de la rueda. Se supone un pavimento que fue diseñado sobre un suelo

De la formula, la Profundidad Efectiva aproximada del fondo de la Base del Pavimento es:

$$\text{Profundidad efectiva} = 300 \sqrt[3]{\frac{35000}{7 \times 10}} = 2381 \text{ mm}$$

Por interpolación lineal de la tabla anterior el factor de proximidad es 1.86. Este debe ser aplicado dos veces para la rueda central.

Esto significa que la Carga Simple Efectiva llegaría hasta 0.86 dos veces, es decir $1+0.86+0.86 = 2.72$.

Note que este es aproximadamente 10% menos que 3 tal que este tipo de distribución de ruedas efectivamente reduce la carga en el pavimento por 10%.

Calculo de la carga en la ruedas para los equipos de manipuleo:

Con la finalidad de disponer de una herramienta de cálculo de la carga en las ruedas, según el equipo que se dispone en las operaciones de un puerto, se ha elaborado diversos diagramas o configuraciones que posibiliten el análisis y determinación de las cargas.

Equipos que imponen cargas a las superficies de las terminales en un puerto

Los equipos de manipulación que se utilizan en la operación portuaria, deben disponer de las siguientes características:

- Peso total de cada equipo
- Carga máxima que puede manipular
- Número de ruedas y carga por rueda
- Presión de inflado

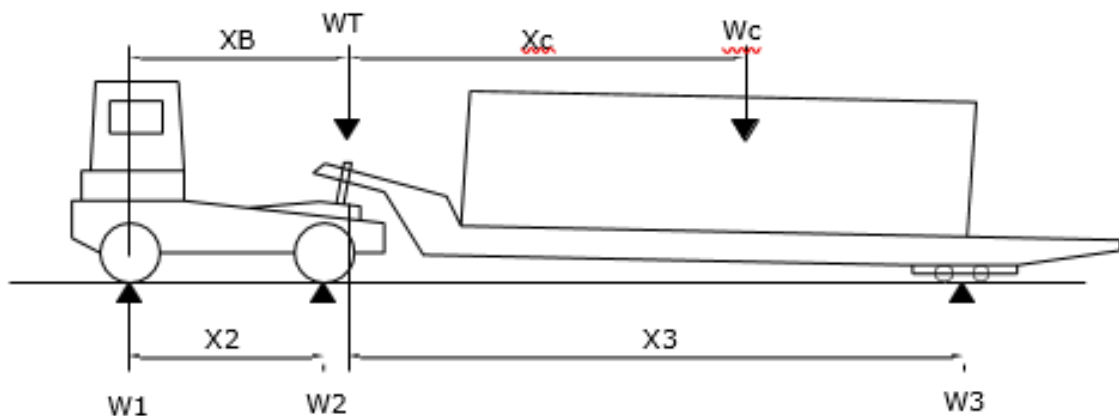
- Carga transmitida al pavimento
- Sistema de giro
- Velocidad media de circulación
- Forma de realizar la operación.

Calculo de la carga por rueda para el equipo de manipuleo

Este rubro es de importancia para disponer de las cargas por rueda que permitirá diseñar el pavimento comprometido.

El análisis que se acompaña corresponde al Sistema de Tractor y Tráilers, Elevador de Izaje Lateral y Cargador Frontal.

Sistema de tractores y trailers



$$W_1 = f_d \times \left[\frac{U_1 + W_c \cdot [1-A] \cdot [1-B]}{M} \right]$$

$$W_2 = f_d \times \left[\frac{U_2 + W_c \cdot [1-A] \cdot B}{M_2} \right]$$

$$W_3 = f_d \times \left[\frac{U_3 + W_c \cdot A}{M_3} \right]$$

Donde:

W1 = Carga en las ruedas delanteras del Camión.

W2 = Carga en las ruedas posteriores del Camión.

W3 = Carga en las ruedas del Camión.

Wc = Peso del Container (Kg).

M1 = Número de ruedas delanteras del Camión.

M2 = Número de ruedas posteriores del Camión.

M3 = Número de ruedas del Camión.

U1 = Carga en las ruedas delanteras del Trailer- descargado (kg).

U2 = Carga en las ruedas posteriores del Trailer- descargado (kg).

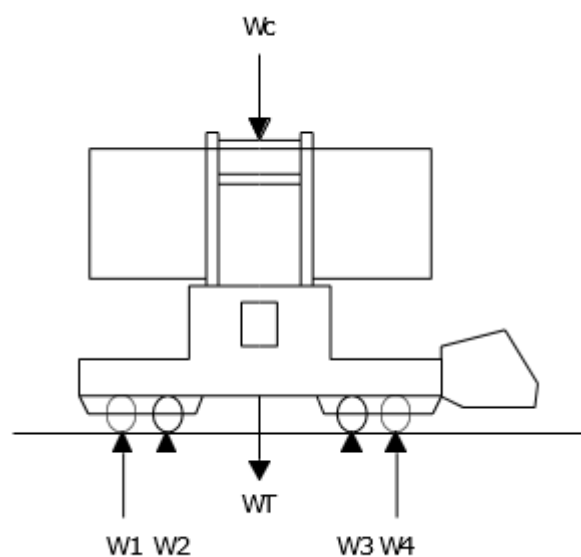
U3 = Carga en las ruedas del Trailer - descargado (kg).

fd = Factor Dinámico.

$$A = \frac{X_c}{X_3} \quad B = \frac{X_b}{X_2}$$

Xc, Xb, X3 y X2 son mostrados en el diagrama.

Elevador de Izaje lateral



$$W = f_d \times \left[U + \frac{W_c}{M} \right]$$

Donde:

W_i = Carga de la rueda con el equipo cargado.

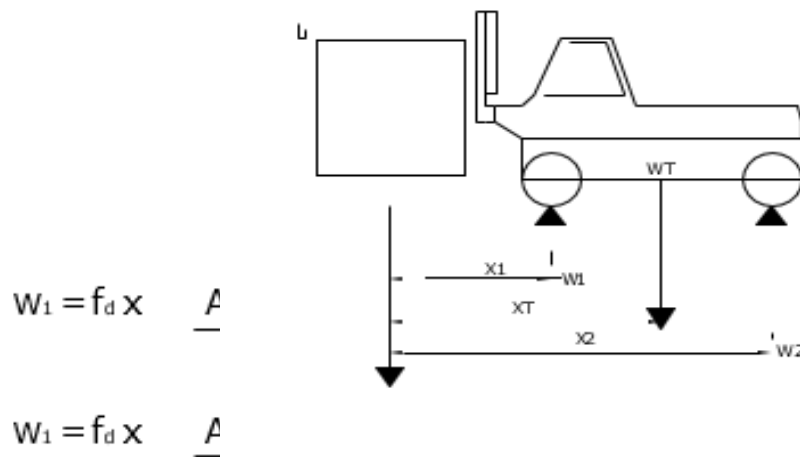
U_i = Carga de la rueda con el equipo descargado.

W_c = Peso del Container (Kg).

M = Número total de ruedas en planta.

f_d = Factor Dinámico.

Cargador Frontal



Donde:

W_1 = Carga en la rueda delantera (kg).

W_2 = Carga en la rueda posterior (kg).

W_c = Peso del Container (Kg).

M = Número de ruedas en el eje delantero (usualmente 2, 4 ó 6)

fd = Factor Dinámico.

A₁, A₂, B₁ y B₂ son:

$$A_1 = \frac{-X_2}{X_1 - X_2}$$

$$A_2 = \frac{-X_1}{X_2 - X_1}$$

$$B_1 = \frac{W_T \cdot (X_T - X_2)}{X_2 - X_1}$$

$$B_2 = \frac{W_T \cdot (X_T - X_1)}{X_2 - X_1}$$

X₁, X₂ y W_T se muestran en el esquema.

W_T = Peso propio del camión.

Equipo Reach Stacker

A continuación trabajaremos con el equipo Reach Stacker, que impone mayores cargas a las superficies consignadas al almacenamiento de Contenedores:

Cargadores frontales (Apilador de Contenedores)

Son vehículos de circulación no limitada. La práctica en la operación de este aparato en puertos consiente instaurar que son las unidades más agresivas frente al pavimento. Se utilizan para maniobrar contenedores, permitiendo almacenamiento incluso en 4 alturas. Todos tienen ruedas gemelas en el eje el equipo Reach Stacker frontal y ruedas simples en el eje posterior. Entre los que se dedican a la manipulación de contenedores existen dos grandes grupos: los que manejan contenedores de 20 pies y los que pueden manejar contenedores de 40 pies.



Nota: El peso bruto máximo de un contenedor de 20 pies es de 20,17 tn., y el peso bruto máximo de un contenedor de 40 pies es de 30,40 tnz

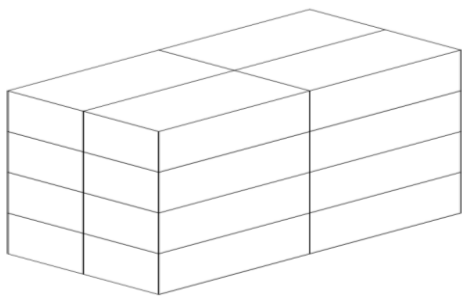
Diseño del pavimento

Predimensionamiento

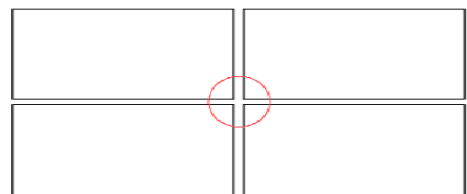
Según el Manual The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and Other Industries publicado por "The British Precast Concrete Federation Ltd for Interpave"

Cargas

1. Apilamiento de contenedores de 20 pies.
 - Carga máxima = 24 ton.
 - Longitudes 2.40 x 2.40 x 6.00 m.
 - Arreglo de bloque.
 - 4 niveles de contenedores.



CONTENEDORES – 4 PISOS



CONTENEDORES PLANTA

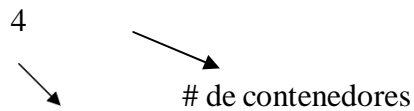
2. Equipo tipo Reach Stacker (Apilador de contenedores).

Para el apilamiento de los contenedores, la carga será de:

de niveles



$$24 \text{ ton} \times 4 \times 4 = 96 \text{ ton.}$$



de apoyos de cada contenedor

Para 4 niveles se puede hacer una reducción del 30% (Ver tabla 8)

$$P = 67.2 \text{ ton} = 659.1 \text{ kN}$$

De la figura 87 podemos predimensionar la losa en 495 mm.

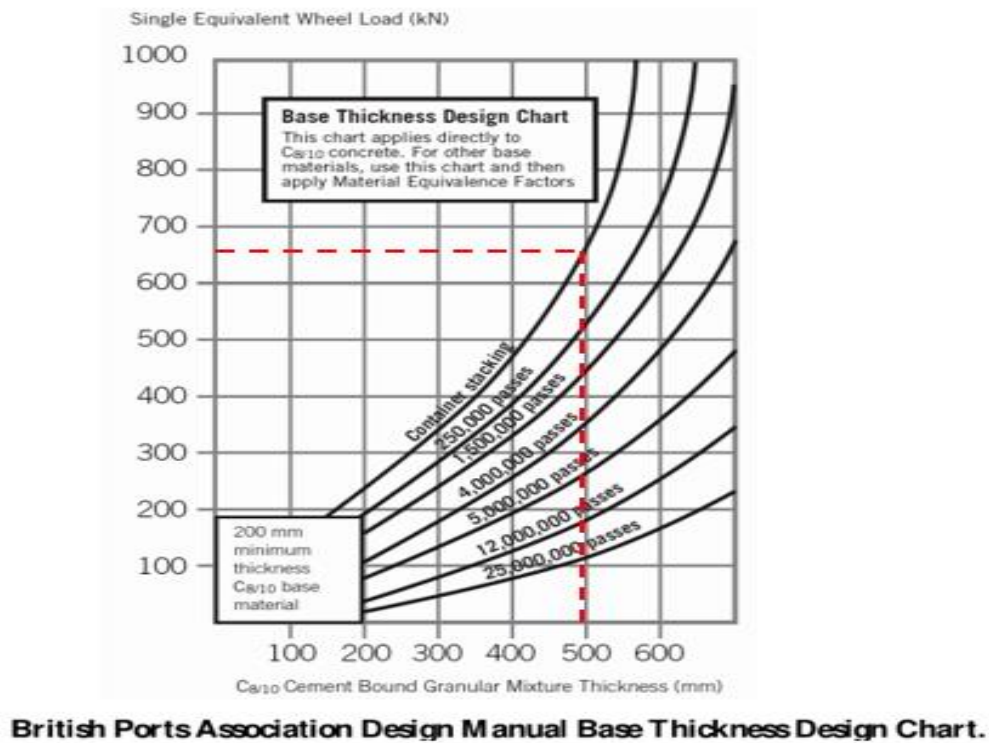


Figura 86. Predimensionamiento de la base = 495 mm.

De acuerdo con la costumbre en los puertos del Reino Unido la carga crítica en el caso de contenedores de 20 pies es de 20,000kg.

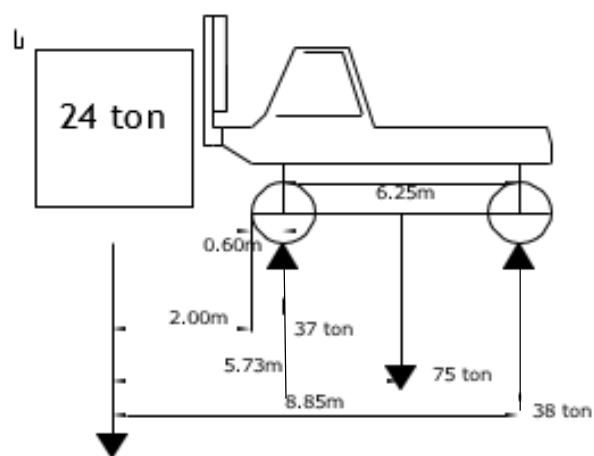
Para el mecanismo clase Reach Stacker:

Peso del equipo sin carga => 75 ton.

Peso del eje frontal = 37 ton.

Peso del eje posterior = 38 ton.

Reach Stacker



$$w_1 = 1.7 \times \frac{1.42 \times 24 + 34.44}{4} = 29.12$$

$$w_1 = 0.7 \times \frac{-0.42 \times 24 + 37.56}{2} = 9.60$$

Datos:

W1 = 37 ton W2 = 38 ton

Wc = 24 ton

Momentos: 4

- fd (eje delantero) = 1.7

- fd (eje posterior) = 0.7

> W_T = 75 ton

$$M_{A1} = \frac{-8.85}{2.60 - 8.85} = 1.42$$

$$M_{A2} = \frac{-2.60}{8.85 - 2.60} = -0.42$$

$$M_{B1} = \frac{75 \cdot (5.73 - 8.85)}{2.60 - 8.85} = 34.44$$

$$M_{B2} = \frac{75 \cdot (5.73 - 2.60)}{8.85 - 2.60} = 37.56$$

- Peso añadido por embarcar el contenedor
- Eje principal = 29.1 ton.
- Eje posterior = 9.60

El peso final será:

En eje delantero $37.0 + 29.1 = 66.1$ ton

En eje posterior $38.0 - 9.60 = 28.4$ ton

Factores dinámicos:

Frenado	$\pm 30\%$
Viraje	40%
Aceleramiento	10%

Si se considera que el equipo frena mientras da una curva: $f_d = 70$

Debido a la cercanía de los neumáticos existe una ampliación de la deformación y del esfuerzo. Se calcula el grosor efectivo de la Base

$$300 \sqrt[3]{\frac{35,000}{CBR \times 10}} \quad CBR = 11\%$$

==> Espesor efectivo = 2048 mm \approx 205 cm

Trecho entre neumáticos = 3000 mm

El factor debido a la cercanía de los neumáticos es 1.00 (Tabla 9)

La carga estática efectiva por neumático es de 33.05 ton, en el neumático delantero creció el factor dinámico $1.7 \times 33.05 = 56.19$ ton.

El factor dinámico para la rueda trasera $40\% - 30\% = 10\%$

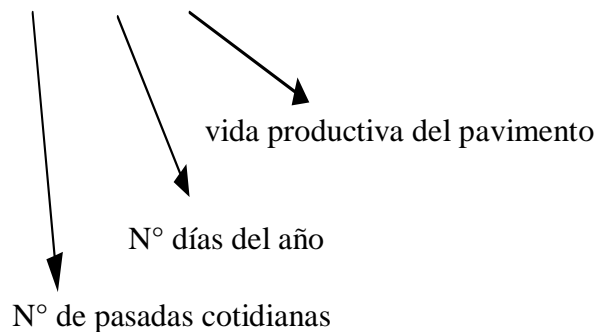
La carga de la rueda trasera es de $1.1 \times 14.2 = 15.6$ ton.

La llanta posterior es equivalente a $(15.6 / 56.19)^{3.75} = 0.09$ repeticiones de la rueda delantera $\rightarrow 1.09$ repeticiones de la carga de la rueda frontal.

Número de pasadas del automóvil en la vida productiva del pavimento.

Pasa cada 30 minutos $\rightarrow 48$ pasadas cotidianas

$$48 \times 365 \times 20 = 350400 \rightarrow 350400 \times 1.09 = 381936 \text{ pasadas}$$



Carga de diseño 56.19 ton = 551.04 kN

Se incluye en el gráfico 2 y se consigue que se demanda un grosor de base de 525 mm con un concreto de $f_c = 120 \text{ kg/cm}^2$

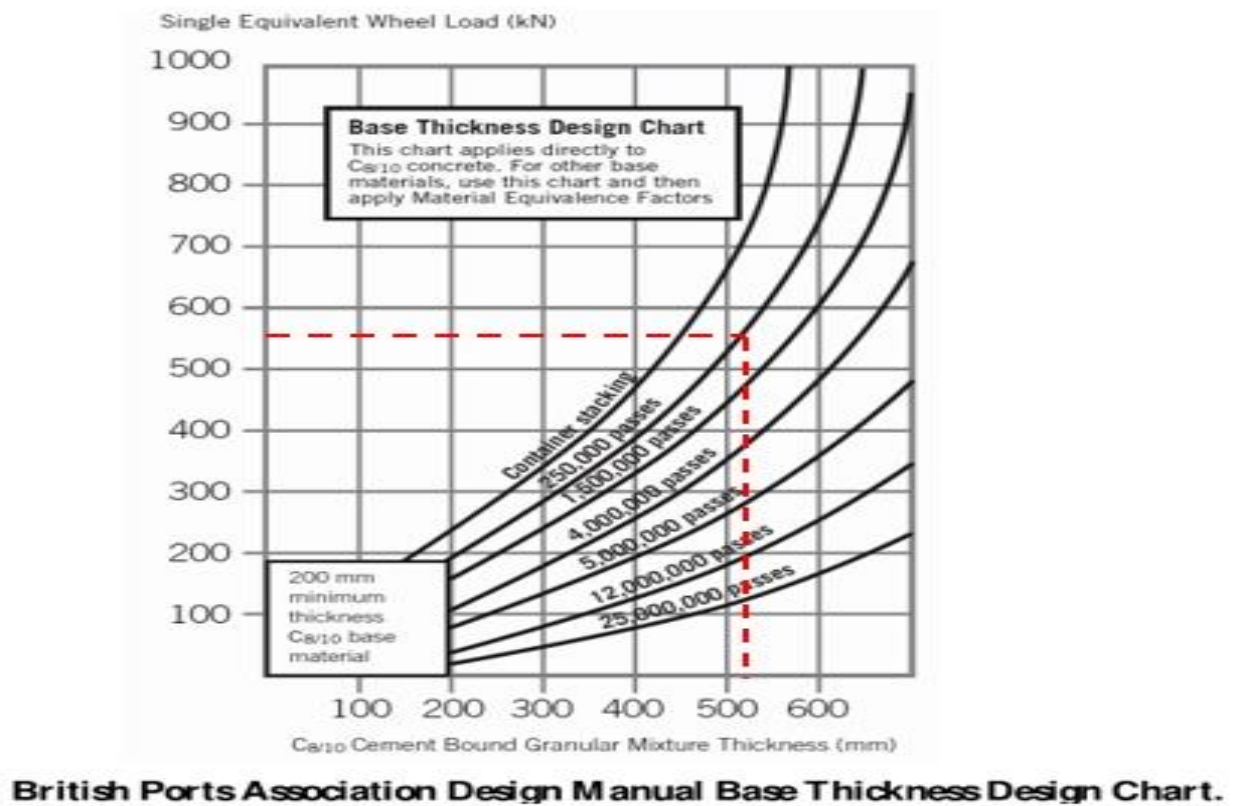


Figura 87. Espesor de la base = 525 mm.

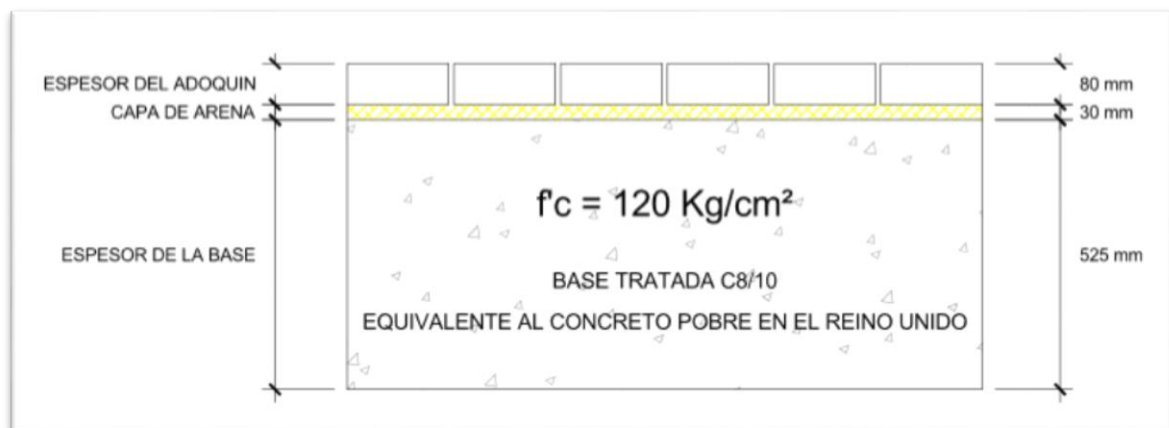


Figura 88. Diseño del espesor de la base

Tabla 20. Cargas en los pavimentos por almacenamiento de contenedores

Altura de almacenamiento	Reducción en el Peso Total	Esfuerzos en los apoyos (N/mm ²)	Carga sobre el Pavimento (kN) para cada tipo de almacenamiento		
			Separadamente	Filas	Bloques
1	0%	2.59	76.2	152.4	304.8
2	10%	4.67	137.2	274.3	548.6
3	20%	6.23	182.9	365.8	731.5
4	30%	7.27	213.4	426.7	853.4
5	40%	7.78	228.6	457.2	914.4
6	40%	9.33	274.3	548.6	1097
7	40%	10.9	320.0	640.0	1280
8	40%	12.5	365.8	731.6	1463.2

Ref. “The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and Other Industries”

Tabla 21. Factor de proximidad de las ruedas

Espaciamiento de las ruedas (mm)	Factor de proximidad para profundidad eficaz para base de:		
	1000 mm	2000 mm	3000 mm
300	1.82	1.95	1.98
600	1.47	1.82	1.91
900	1.19	1.65	1.82
1200	1.02	1.47	1.71
1800	1.00	1.19	1.47
2400	1.00	1.02	1.27
3600	1.00	1.00	1.02
4800	1.00	1.00	1.00

Ref. “The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and Other Industries”

IV. DISCUSIÓN

HE1: La capacidad de resistencia incide de modo significativo en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

AI 1: En la investigación de Legoas & Gordillo, et al " Incidencia de un suelo (área ganada al mar), en el diseño de un pavimento portuario" (2007), indica que para los fines de un mejor comportamiento y durabilidad de un pavimento a construirse sobre un relleno ganado al mar y sometido a elevadas cargas, se hace necesario diseñar un pavimento del tipo "articulado", que posibilite su inmediato mantenimiento y rehabilitación.

En la presente investigación estamos concluyendo en que son muchas las ventajas de diseñar un pavimento articulado en un terminal portuario, donde recibirá altas cargas, estáticas como dinámicas Se espera superar el tiempo de vida proyectado.

HE2: La capacidad de soporte de la subrasante incide de modo relevante en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

AI 2: En la investigación de Ramírez, et al "Método de diseño para pavimentos en terminales portuarias" (2012), indica que siguiendo una metodología, se obtienen los espesores que en la estructura del pavimento son de magnitud robusta debido a las solicitaciones actuantes; sin embargo, indica, que es necesario rigidizar y robustecer la estructura para permitir una distribución de esfuerzos tal que no sea perjudicial para la capa subrasante.

En la presente investigación los gráficos de diseño obtenidos como resultado permiten conocer una lectura de espesor de la estructura contra el número de pasadas; de esta manera es posible determinar el espesor de la estructura con solo conocer el tránsito esperado del equipo en análisis en determinada cantidad de años.

HE3: La capacidad estructural de rodadura incide de modo valioso en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018.

AI 3: En la investigación de Ochoa, et al "Pavimentación con adoquines hexagonales de concreto para tráfico de carga pesada" (2006), indica que las técnicas de modelamiento numérico permiten ver que los adoquines tienen un buen

comportamiento estructural, sujeto a cargas pesadas, de tal modo que su uso es viable en estaciones de descarga de trenes, de aviones y de puertos. En general su comportamiento es satisfactorio frente a sistemas de cargas pesadas y sometidos a cargas ambientales extremas.

En la presente investigación los resultados obtenidos nos permiten conocer al espesor de la estructura contra el peso de la carga y el peso de la maquinaria que trasladará dicha carga, de esta manera es posible determinar el espesor de la estructura con solo conocer los datos de tránsito, numero de pasadas, vida útil, etc.

Debido a que el objetivo del proyecto fue la investigación de los distintos métodos con los que cuenta un diseñador de pavimentos portuarios de adoquines, fue por esto que realizamos una investigación sobre las normas y recomendaciones que existen actualmente, estudiando las más utilizada en nuestro medio, BPA.

El diseño de pavimentos con adoquines hecho a través del método de la British Ports Association (BPA), es el método que mejor se ajusta a las variables de diseño en un puerto con presencia de cargas de alto tonelaje, como las que existen en el puerto del Callao. No hemos empleado las recomendaciones españolas ROM, ya que según los antecedentes éstas carecen de concisión para variantes específicas de carga y mecánica de suelo, pues atiende únicamente cuadros referenciales sobre el estado de la explanada, régimen de tránsito y tipo de uso, por lo que solo servirá para hacer aproximaciones de los resultados

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó el diseño del pavimento, concluimos en que se requiere un espesor de base de 525 mm con un concreto de $f'_c = 120 \text{ kg/cm}^2$
2. Existe un alto porcentaje de losas estropeadas en su capa de rodadura, que hace necesario su rehabilitación para evitar mayores deterioros y comprometer las operaciones en el patio de contenedores.
3. Según las pruebas de Humedad, éstas nos indican que casi todas las calicatas son secas, con excepción de la calicata C2-M2 que es húmeda. Podemos decir que son suelos medianamente húmedos pero no saturados.
Encontramos en los sondajes SPT que, a mayor profundidad, mayor humedad.
4. Los contenidos de Humedad obtenidos en campo varían entre 7.70% y 19.90%, valores iguales o mayores al OCH del ensayo Proctor efectuado.
5. Según las pruebas de Densidad Natural hechas en 7 calicatas, éstas nos indican que casi todas son densas, con excepción de la calicata C2 que es suelta.
6. El ensayo de Densidad Húmeda (Proctor Modificado) tiene como resultados un O.C.H. promedio de 10.20% y un M.D.S. promedio de 2.045 gr/cc . Asimismo el C.B.R. del material de relleno muestra un valor de soporte promedio de 27.625%.
7. Para fines de durabilidad de un pavimento a construirse sobre un relleno ganado al mar y sometido a elevadas cargas, se hace necesario diseñar un pavimento del tipo “articulado”, que posibilite su inmediato mantenimiento y rehabilitación.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se debe tener un conocimiento verdadero de la maquinaria que transita el pavimento a diseñar, al igual que su comportamiento dinámico, pues estas variables condicionan sobremanera el diseño.
2. La variable del número de pasadas es de vital importancia, pues con él se tendrá la vida productiva del proyecto, este valor es de difícil obtención, pues demanda de un estudio estadístico por parte del puerto sobre el manejo de sus distintas zonas, esto fue lo más complicado de obtener en el estudio, lo cual se llegó a recurrir a estimaciones informales del régimen de tránsito.
3. Las cargas portuarias en un diseño de pavimento de adoquines, no se pueden modelar como cargas estáticas en zonas donde existe maquinaria en movimiento, pues se ve que un modelo estático puede arrojar resultados menores a un modelo con consideraciones dinámicas.
4. Aplicar un diseño de un pavimento adoquinado que se comporte adecuadamente sobre un relleno en un “área ganada al mar”, soporte el futuro tránsito de contenedores aplicando el equipo respectivo para su almacenamiento y posibilite su mantenimiento inmediato a un costo razonable.
5. Un valor mayor a 0.70 m. de espesor de Base Tratada es una exageración y se debe estudiar de forma específica, perfeccionando el material de la base estructural, no obstante se puede ver que la relación entre espesor más el efecto dinámico del frenado más aceleración, tiene un comportamiento lineal. El diseño para un régimen de tránsito libre de un Reach Stacker, tiene ese comportamiento, pudiendo encontrar un espesor adecuado a cualquier número de pasadas.
6. Contrastando el espesor con el número de pasadas para un efecto dinámico de frenado, vemos que presenta una predisposición lineal, esto quiere decir que si el tiempo de vida útil aumenta, mayor debe ser el espesor, las dos variables son claramente proporcionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Española de Empresarios de Demolición . 2016. Guía informativa sobre demolición . España : AEDED, 2016.
- ARANGO Pastrana, Carlos. Planificación de terminales portuarias de contenedores. Sevilla, España. 2013. Pp.135. Universidad de Sevilla.
- ARMIJOS, V. Estudio del diseño estructural y constructivo de pavimentos articulados en base a bloques de asfalto”. Chile. 2011. Pp. 198. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- BECERRIL, A. y MIRANDA, D. Procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: Barranca larga en el Estado de Oaxaca. Tesis (Título de ingeniero civil). México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México. 2016. Pp. 123.
- CAMPOS, Jalme. Seguimiento y comparación del comportamiento de tramos con mezcla drenante, según zona geográfica y condiciones locales. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Chile: Universidad de Chile, 2008. Pp.187.
- Dirección de Obras Portuarias de Chile, Manual de Diseño de Pavimentos para Puertos Chilenos. Chile. 1999.
- El Transporte Marítimo en El Comercio Exterior de Chile. Chile 2003. Revista de Marina. Pp3.
- Ezequiel, Ander Egg. 2011. Aprender a investigar Nociones básicas para la investigación social. Argentina : Brujas, 2011. 978-987-591-271-7.
- Centro de Investigación, Universidad César Vallejo. 2013. Manual de instrucciones para la elaboración del proyecto de tesis. Lima : s.n., 2013. 78 p.
- FANO J. y CHAVEZ M. Diseño estructural de un pavimento básico reciclado y mejorado con cemento Portland para diferentes dosificaciones en el proyecto de conservación vial de Huancavelica. Perú. 2017. pp. 177. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- GLOBAL KALMAR. Operator`s Manual KH11-0199. 2005.
- Hernandez Sampieri, Roberto, Fernández Collado , Carlos y Baptista Lucio, Pilar . 2014. Metodología de la investigación. México : MC Braw Hill, 2014.

- HIGUERA Carlos. Patologías de pavimentos articulados. Medellín, Colombia. 2010. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, pp. 79
- Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón, Pavimentos de Adoquines Manual de Diseño y Construcción. Chile. 1991
- OSEDA, Dulio. 2011. Metodología de la investigación. Huancayo : Pirámide, 2011.
- Pedro, Serralta Gonzáles. 2013. Demoliciones y derribos. España : Tornapunta Ediciones, S.L.U, 2013.
- KNAPTON Jhon BSc CEng FICE FIStructE FIHT, David R. Smith, Second Edition. 1997, Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers.
- KNAPTON, J. The Design of Concrete Blocks Roads Cement and Concrete Association, Technical Report. Reino Unido. Inglaterra. Pp.6.
- KNAPTON, Jhon. Heavy Duty Pavements, the Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and other Industries. 2007.
- MAZEN Taha A. Tayef, International Institute Infrastructural Hydraulic and Environmental Engineering, An Optimum Pavement Design for a Container Terminal Area. 2000. Pp.22.
- Memoria y Balance anual, San Vicente Terminal Internacional. Chile. 2009. Pp.97.
- Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio ambiente de España. Proyecto y Construcción de Pavimentos Portuarios España. 1994. Pp.94.
- RADA, G., SMITH, D., Miller, J. & Witczak, M. Structural Design of Concrete Block Pavements. Journal of Transportation Engineering. 1990. pp. 116.
- RIVAS. Diseño de pavimentos portuarios de adoquines y su aplicación al puerto San Vicente SVTI. Chile, San Vicente. 2011. Pp. 152.
- Sanchez y Reyes. 2006. Metodologia de Investigacion . 2006.
- 2010. Metodología de la investigación. México : MC Braw Hill, 2010.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES	Los pavimentos de adoquines no pueden considerarse rígidos, pues si bien se producen momentos de flexión locales en la extensión de cada adoquín, estos se anulan en la junta con el adoquín vecino. Sin embargo, los adoquines no actúan independientes (Rivas, 2011, p. 4).	El Diseño de Pavimentos con Adoquines mejora el Patio de Contenedores del Puerto del Callao, esta afirmación se comprobará a través de la ficha observacional, cálculos y ensayos, con sus respectivos indicadores en sus tres dimensiones: capacidad de resistencia, capacidad de soporte de la subrasante, capacidad estructural de rodadura.	Capacidad de resistencia	Cargas Estáticas. Cargas Dinámicas.	Ficha de Registro de datos
			Capacidad de soporte de la subrasante	Análisis Granulométrico. Contenido de Humedad. Índice CBR.	Análisis por tamizado, Secado al Horno Pistón Circular
			Capacidad estructural de rodadura	Transmisión de esfuerzos. Resistencia al deslizamiento.	Ficha de Registro de datos Cálculos (Fórmulas)
DURABILIDAD DEL PATIO DE CONTENEDORES	Es la medida de que tanto puede retener un asfalto sus características originales cuando es expuesto a procesos normales de degradación y envejecimiento. Sin embargo, existen pruebas rutinarias para evaluar la durabilidad del asfalto, estas son las pruebas de película delgada en horno y la prueba de película en horno rotatorio, ambas incluyen el calentamiento de la película delgada de asfalto” Becerril y Miranda (2016, p.69).	La variable durabilidad del Patio de contenedores, se hace en función a sus dimensiones de donde se desprenden sus indicadores que serán indagadas en cuanto a tensiones permanentes, espesor de la base granular y deformaciones.	Tensiones permanentes	Acopio de contenedores. . Tránsito de cargas pesadas. Fuerzas de frenado y aceleración.	Ficha de Registro de datos
			Espesor de la base granular	Número de pasadas.	Ficha de Registro de datos
			Deformaciones	Tensiones de cortes. Resistencia a la flexión.	Ficha de Registro de datos Uso de Software apropiado (Cálculos)

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: DISEÑO DE PAVIMENOS PORTUARIOS CON ADOQUINES PARA LA DURABILIDAD DEL PATIO DE CONTENEDORES DEL PUERTO DE CALLAO, 2018

AUTOR: OTTO SCIPION PIÑELLA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿De qué manera el Diseño de Pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao?</p> <p>Problema Específicos: ¿De qué manera el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide en las tensiones permanentes del patio de contenedores del Puerto del Callao?</p> <p>¿De qué manera el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide en el espesor de la base granular del patio de contenedores del Puerto del Callao?</p> <p>¿De qué manera el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide las deformaciones del patio de contenedores del Puerto del Callao?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar como el diseño de Pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar como la capacidad de resistencia incide de modo significativo en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao.</p> <p>Determinar como la capacidad de soporte de la subrasante incide de modo relevante en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao.</p> <p>Determinar como la capacidad estructural de rodadura incide de modo valioso en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El Diseño de Pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao</p> <p>Hipótesis Específicos:</p> <p>La capacidad de resistencia incide de modo significativo en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao.</p> <p>La capacidad de soporte de la subrasante incide de modo relevante en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao</p> <p>La capacidad estructural de rodadura incide de modo valioso en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao.</p>	Variable 1: DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES		<p>Tipo de investigación</p> <p>Tipo Aplicada.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>La investigación se considera de Nivel Explicativo.</p> <p>Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 83 y 85), el diseño de investigación que se aplicó en el presente estudio es No – Experimental de corte transversal.</p> <p>Enfoque de investigación</p> <p>Cuantitativo.</p> <p>Técnica</p> <p>La técnica a utilizar es técnica de análisis de documentos y observación directa de los hechos.</p> <p>Instrumento</p> <p>Una ficha de recolección de datos formulados por el investigador.</p>
	Dimensiones	Indicadores			
	Capacidad de resistencia	Cargas Estáticas Cargas Dinámicas			
	Capacidad de soporte de la subrasante	Análisis Granulométrico Contenido de Humedad Índice CBR			
	Capacidad estructural de rodadura	Transmisión de esfuerzos Resistencia al deslizamiento			
	Variable 2: DURABILIDAD DEL PATIO DE CONTENEDORES				
	Dimensiones	Indicadores			
	Tensiones permanentes	Acopio de contenedores Tránsito de cargas pesadas Fuerzas de frenado y aceleración			
	Espesor de la base granular	Número de pasadas			
	Deformaciones	Tensiones de cortes Resistencia a la flexión			

Anexo 3. Fichas de juicio de expertos

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE REGISTRO DE DATOS	
PROYECTO	Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callo, 2018.		
AUTOR	Otto Scipión Piñella		
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN			
REGIÓN	Callao	DISTRITO	Callao
PROVINCIA	Constitucional del Callao	COORD N	
FECHA	27-06-18	COORD E	
		A	B
I	Capacidad de resistencia		1.00
	Cargas Estáticas – Recopilación de Datos		
	Cargas Dinámicas – Recopilación de Datos		
II	Capacidad de soporte de la sub rasante		1.00
	Análisis Granulométrico – Manual de Carreteras - MTC		
	Límite Líquido y Límite Plástico – Manual de Carreteras - MTC		
	Ensayos CBR– Manual de Carreteras - MTC		
	Ensayo de Modulo Resiliente – Manual de Carreteras - MTC		
	Contenido de Humedad – Manual de Carreteras - MTC		
	Proctor Modificado – Manual de Carreteras - MTC		
III	Capacidad estructural de rodadura		1.00
	Transmisión de Esfuerzos – Cálculo		
	Resistencia al deslizamiento – Cálculo		
IV	Tensiones permanentes		1.00
	Acopio de contenedores – Recopilación de Datos		
	Tránsito de cargas pesadas – Recopilación de Datos		
	Fuerzas de frenado y aceleración – Recopilación de Datos		
V	Espesor de la base granular		1.00
	Número de pasadas - Recopilación de Datos		
VI	Deformaciones		1.00
	Tensiones de Corte – Data y Software (Multicapa)		
	Resistencia a la Flexión – Data y Software (Multicapa)		
Apellidos y nombres: EDDY SCIPION PIÑELLA		Totales:	
Profesional: INGENIERO CIVIL			
CIP: 29935	TELÉFONO: 996138295		
Leyenda: 1	0: Corregir	1: Aceptado	PROMEDIO 1.00



 EDDY SCIPION PIÑELLA
 INGENIERO CIVIL
 Registro del CIP: N° 29935
 Firma y Sello

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE REGISTRO DE DATOS	
PROYECTO	Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callo, 2018.		
AUTOR	Otto Scipión Piñella		
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN			
REGIÓN	Callao	DISTRITO	Callao
PROVINCIA	Constitucional del Callao	COORD N	
FECHA	27-06-18	COORD E	
		A	B C
I	Capacidad de resistencia		1.00
	Cargas Estáticas – Recopilación de Datos		
	Cargas Dinámicas – Recopilación de Datos		
II	Capacidad de soporte de la sub rasante		1.00
	Análisis Granulométrico – Manual de Carreteras - MTC		
	Límite Líquido y Límite Plástico – Manual de Carreteras - MTC		
	Ensayos CBR– Manual de Carreteras - MTC		
	Ensayo de Módulo Resiliente – Manual de Carreteras - MTC		
	Contenido de Humedad – Manual de Carreteras - MTC		
	Proctor Modificado – Manual de Carreteras - MTC		
III	Capacidad estructural de rodadura		1.00
	Transmisión de Esfuerzos – Cálculo		
	Resistencia al deslizamiento – Cálculo		
IV	Tensiones permanentes		1.00
	Acopio de contenedores – Recopilación de Datos		
	Tránsito de cargas pesadas – Recopilación de Datos		
	Fuerzas de frenado y aceleración – Recopilación de Datos		
V	Espesor de la base granular		1.00
	Número de pasadas - Recopilación de Datos		
VI	Deformaciones		1.00
	Tensiones de Corte – Data y Software (Multicapa)		
	Resistencia a la Flexión – Data y Software (Multicapa)		
Apellidos y nombres: JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA		Totales:	
Profesional: INGENIERO CIVIL			
CIP: 084286	TELÉFONO: 985201209		
Leyenda: 1	0: Corregir	1: Aceptado	PROMEDIO 1.00



Firma y Sello

V
I
N
DV
D
E
P

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE REGISTRO DE DATOS			
PROYECTO	Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callo, 2018.				
AUTOR	Otto Scipión Piñella				
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN					
REGIÓN	Callao	DISTRITO	Callao		
PROVINCIA	Constitucional del Callao	COORD N			
FECHA	27-06-18	COORD E			
			A	B	C
I	Capacidad de resistencia				1.00
	Cargas Estáticas – Recopilación de Datos				
	Cargas Dinámicas – Recopilación de Datos				
II	Capacidad de soporte de la sub rasante				1.00
	Análisis Granulométrico – Manual de Carreteras - MTC				
	Límite Líquido y Límite Plástico – Manual de Carreteras - MTC				
	Ensayos CBR– Manual de Carreteras - MTC				
	Ensayo de Módulo Resiliente – Manual de Carreteras - MTC				
	Contenido de Humedad – Manual de Carreteras - MTC				
	Proctor Modificado – Manual de Carreteras - MTC				
III	Capacidad estructural de rodadura				1.00
	Transmisión de Esfuerzos – Cálculo				
	Resistencia al deslizamiento – Cálculo				
IV	Tensiones permanentes				1.00
	Acopio de contenedores – Recopilación de Datos				
	Tránsito de cargas pesadas – Recopilación de Datos				
	Fuerzas de frenado y aceleración – Recopilación de Datos				
V	Espesor de la base granular				1.00
	Número de pasadas - Recopilación de Datos				
VI	Deformaciones				1.00
	Tensiones de Corte – Data y Software (Multicapa)				
	Resistencia a la Flexión – Data y Software (Multicapa)				
Apellidos y nombres: JORGE LUIS LA CRUZ AGUIRRE		Totales:			
Profesional: INGENIERO CIVIL					
CIP: 42896		TELÉFONO: 998700901			
Leyenda: 1	0: Corregir	1: Aceptado	PROMEDIO	1.00	

Firma y Sello


JORGE ROMERO SOTELO
Esp. Tráfico y Carga
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 8097

Anexo 4. Panel fotográfico



FOTO 01.- Donde se Observa fisuras transversales y longitudinales que presentan diversos paños en un porcentaje del 50%.



FOTO 02.- Donde se Observa el nivel severo de grietas en las esquinas de los paños.



FOTO 03.- Donde se Observa el nivel de descascaramiento, se presenta fisuras en diferentes sentidos en un nivel alto esto en un 70% a 90%.



FOTO 04.- Se observa fisuras en diferentes sentidos, en un nivel de severidad alto esto en un 80% a 100%. de los paños.



FOTO 05.- Se observa grietas en diferentes sentidos, baches y descascaramiento, en un nivel alto esto en un 40%. de los paños.



FOTO 06.- Se observa baches profundos y descascaramiento, en un nivel de severidad alto.



FOTO 07.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños, esto en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%.



FOTO 08.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños, esto en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%.



FOTO 09.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños y falla de juntas en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%. Con un nivel de severidad alto.



FOTO 10.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños y falla de juntas en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad alto.



FOTO 11.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños y falla de juntas en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80% con nivel de severidad alto



FOTO 12.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños y falla de juntas en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad alto.



FOTO 13.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños, principalmente en las esquinas y falla de juntas, en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad alto.



FOTO 14.- Se observa baches profundos y descascamiento, en un nivel de severidad alto.



FOTO 15.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños, principalmente en las esquinas y falla de juntas, en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad alto.



FOTO 16.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños, principalmente en las esquinas y falla de juntas, en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad alto.



FOTO 17.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños, principalmente en las esquinas y falla de juntas, en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad alto.



FOTO 18.- Se observa grietas Transversales y longitudinales que dividen a los paños, principalmente en las esquinas y falla de juntas, en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad alto.



FOTO 19.- Se observa descascaramiento en los paños, falla de juntas y fisuras en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad medio a alto.



FOTO 20.- Se observa descascaramiento en los paños, falla de juntas y fisuras en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad medio a alto. Falla diagonales que divide diversos paños



FOTO 21.- Se observa descascaramiento en los paños, falla de juntas y fisuras en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad medio a alto. Falla diagonales que divide diversos paños



FOTO 22.- Se observa descascaramiento en los paños, falla de juntas y fisuras en todo el área de estudio en un porcentaje superior al 80%, con nivel de severidad medio a alto. Falla diagonales que divide diversos paños



FOTO 23.- Se observa descascaramiento en los paños, falla de juntas y fisuras, con nivel de severidad medio a alto. Falla diagonales que divide diversos paños



FOTO 24.- Se observa el desnivel (ESCALA) existente que divide diversas losa con un grado de severidad alto.



FOTO 25.- Se observa el desnivel (ESCALA) existente que divide diversas losa con un grado de severidad alto; desnivel de 10cm.



FOTO 26.- Se observa el desnivel(ESCALA) existente que divide diversas losa con un grado de severidad alto.



FOTO 27.- .- Losa dividida de severidad alta.



FOTO 28.- Grietas longitudinales y transversales de severidad media a alta



FOTO 29.- Losa dividida de severidad media



FOTO 30.- Grieta de esquina de baja severidad



FOTO 31.- Losa dividida de severidad media.



FOTO 32.- Losa dividida de severidad media.



FOTO 33.- Grieta de esquina de media severidad



FOTO 34.- Punzonamiento de alta severidad



FOTO 35.- Punzonamiento de alta severidad



FOTO 36.- Losa dividida de severidad alta



FOTO 37.- Losa dividida de severidad alta.



FOTO 38.- Parche grande por acometidas de servicios y bache de alta severidad



FOTO 39.- Se observa descascaramiento en los paños, falla de juntas y esquinas con nivel de severidad alto. Falla diagonales que divide diversos paños



FOTO 40.- Losa dividida de severidad alta.



FOTO 41.- Losa dividida de severidad alta.



FOTO 42.- Parche grande y acometidas de servicios de alta severidad, bache se severidad alta.



FOTO 43.- Bache, falla por punzonamiento y grietas en diferentes direcciones con un grado de severidad alto.



FOTO 44.- Bache, falla por punzonamiento y grietas en diferentes direcciones con un grado de severidad alto.



FOTO 45.- Losa dividida de severidad alta



FOTO 46.- Losa dividida de severidad alta



FOTO 47.- Se observa descascamiento en los paños, falla de juntas y esquinas con nivel de severidad alto. Falla diagonales que divide diversos paños



FOTO 48.- Losas divididas de severidades altas



FOTO 49.- Losas divididas de severidades altas.



FOTO 50.- fisuras en diferentes direcciones con un grado de severidad media.



FOTO 51.- Losas divididas de severidades altas



FOTO 52.- Pavimento flexible; falla total de la estructura , hundimiento total en un nivel de severidad alto.



FOTO 53.- Losas divididas de severidades altas.



FOTO 54.- Losas divididas de severidades altas.



FOTO 55.- Losas divididas de severidades altas

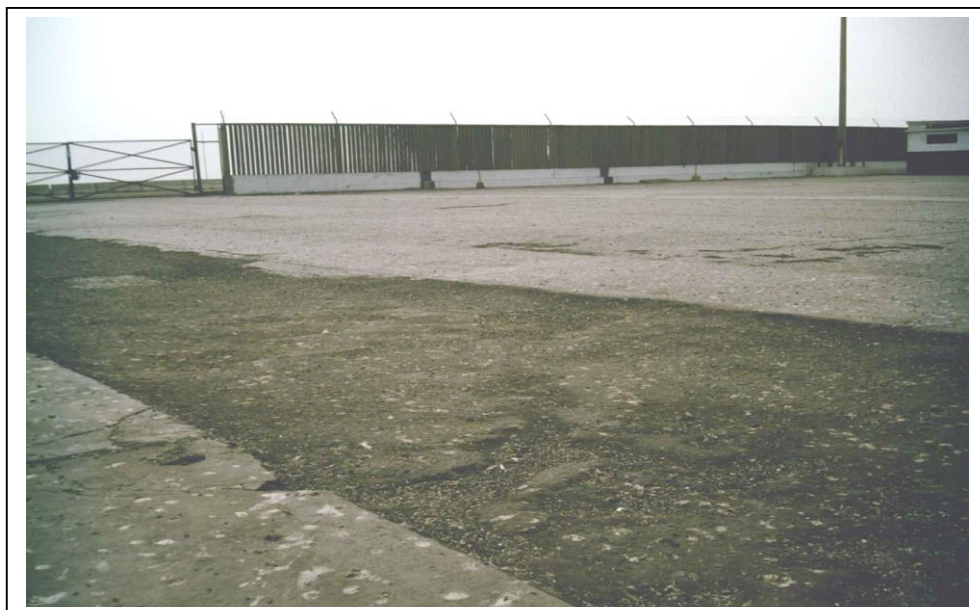


FOTO 56.- Pavimento flexible; falla total de la estructura ,losa de concreto fallas en esquinas en un nivel de severidad alto.



FOTO 57.- Grieta de esquina de media severidad.



FOTO 58.- Losas divididas de severidades altas



FOTO 59.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas



FOTO 60.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas



FOTO 61.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 62.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 63.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 64.- Losas divididas, baches profundos y descascaramiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 65.- Losas divididas, baches profundos y descascaramiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 66.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 67.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 68.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 69.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 70.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 71.- Se observa el desnivel (ESCALA) existente que divide diversas losa con un grado de severidad alto.



FOTO 72.- Losas divididas de severidades altas



FOTO 73.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 74.- Losas divididas y grietas de severidades altas.



FOTO 75.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 76.- Losas divididas y grietas de severidades altas.



FOTO 77.- Losas divididas y grietas de severidades altas.



FOTO 78.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 79.- Losas divididas, baches profundos y descascamiento de severidades altas, Cruce de vía férrea de alta severidad



FOTO 80.- Pavimento flexible; falla total de la estructura ,losa de concreto fallas en esquinas en un nivel de severidad alto.



FOTO 81.- Pavimento mixto fisura longitudinales en un nivel de severidad bajo.



FOTO 82.- Pavimento mixto fisura longitudinales y transversales en un nivel de severidad bajo.



FOTO 83.- Pavimento mixto fisura longitudinales y baches en un nivel de severidad bajo



FOTO 84.- Pavimento rígido, grietas que dividen la losa en un nivel de severidad alto.

Anexo 5. Ensayos de análisis granulométrico por tamizado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000658

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 868-1-1

SOLICITANTE : OTTO SCIPION PIRELLA
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES
UBICACIÓN : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO
FECHA : 09 DE NOVIEMBRE 2018

REPORT DE ENSAYOS DE LABORATORIO

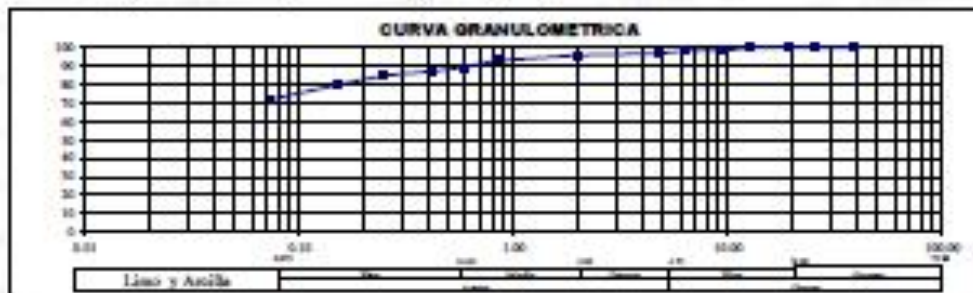
Calicata : C1 - M2

Prof. (m.) : 1.20 - 2.50

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

	Peso	(mm)	
% Acumulado Que Pasa	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	100.0
	19.050	3/4"	100.0
	12.700	1/2"	98.1
	9.525	3/8"	96.1
	6.350	1/4"	95.7
	4.750	N° 4	95.8
	2.000	N° 10	92.7
	0.850	N° 20	89.2
	0.425	N° 40	86.9
	0.250	N° 60	84.5
	0.149	N° 100	79.4
	0.075	N° 200	71.9
D10 (mm)			Cu
D30 (mm)			Cc
D60 (mm)			

LL	:	22.5
LP	:	15.5
IP	:	7.0



Nota: La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Elaborado por: Tsc M. Velasco C.

Revisado por: Ing. D. Boscolo R. / D.R.P.



[Signature]
 Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
 Jefa del Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por:



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842

e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fco@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000659

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 868-1-1

SOLICITANTE : OTTO SCIPION PIRELLA
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES
UBICACIÓN : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO
FECHA : 09 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C2 - M2

Prof. (m.) : 1.30 - 2.50

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Ss Acumulado Que Pasa	Pulg.	(mm)	
	75.000	3"	
	50.000	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	100.0
	19.000	3/4"	100.0
	12.700	1/2"	100.0
	9.525	3/8"	98.1
	6.350	1/4"	96.7
	4.750	N°4	95.8
	2.000	N° 10	95.2
	0.840	N° 20	94.5
	0.420	N° 40	93.0
	0.250	N° 60	92.9
	0.149	N° 100	92.7
	0.075	N° 200	92.3
D10 (mm)			Cu
D30 (mm)			Co
D60 (mm)			

LL	:	90.2
LP	:	18.1
IP	:	12.1



Nota: La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por: Tito M. Velasco C.

Revisado por: Ing. D. Basilio R. / S.R.P.



[Signature]

Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa del Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UBI

Carera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842

e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000660

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 868-1-1

SOLICITANTE : OTTO SCIPION PINELLA
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADQUINES
UBICACIÓN : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO
FECHA : 09 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : CS - M1

Prof. (m.) : 1.10 - 2.50

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

% Acumulado Que Pasa	Pulg.	(mm)	
	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	35.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	95.4
	19.050	3/4"	91.5
	12.700	1/2"	89.7
	9.525	3/8"	88.1
	6.350	1/4"	86.6
	4.750	N° 4	85.0
	2.000	N° 10	78.4
	0.840	N° 20	67.0
	0.420	N° 40	60.1
	0.250	N° 60	53.7
	0.149	N° 100	39.0
	0.075	N° 200	30.4
D10 (mm)			Cu
D30 (mm)			Cu
D60 (mm)			

LL	:	21.5
LP	:	16.5
IP	:	5.0



Nota: La muestra fue enviada e identificada por el Solicitante.

Ejecutor: Tto. M. Velasco C.

Revisor: Ing. D. Basilio R. V.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUAN LUCAS
Jefa de Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842

e-mail: lms.servicio@uni.edu.pe, lms_fco@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000661

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 868-1-1

SOLICITANTE : OTTO SCIPION PIRELLA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES
 UBICACIÓN : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO
 FECHA : 09 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C7 - M2

Prof. (m.) : 1.00 - 2.50

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

S% Acumulado Que Pasa	País	(mm)	
	75,000	3"	
	50,000	2"	100.0
	38,100	1 1/2"	100.0
	25,400	1"	100.0
	19,050	3/4"	100.0
	12,700	1/2"	99.5
	9,525	3/8"	99.0
	6,350	1/4"	97.8
	4,750	N°4	96.9
	2,000	N° 10	93.9
	850	N° 20	91.3
	420	N° 40	88.9
	250	N° 60	81.2
	149	N° 100	67.0
	75	N° 200	57.0
D10 (mm)			Cu
D30 (mm)			Co
D60 (mm)			

LL	:	26.1
LP	:	17.1
IP	:	12.0



Nota: La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Tsc M. Velasco C.

Revisado por: Ing. D. Bosatto R. / D.R.P.



[Signature]

Msc. Ing. Luis E. SHUAN LUCAS
 Jefe (a) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842

e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fco@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000662

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 868-1-1

SOLICITANTE : OTTO SCIPION PIRELLA
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES
UBICACIÓN : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO
FECHA : 09 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C8 - M2

Prof. (m.) : 1.30 - 2.50

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

	Puls.	(mm)	
% Acumulado Que Pasa	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	100.0
	19.050	3/4"	85.4
	12.700	1/2"	74.6
	9.525	3/8"	70.1
	6.350	1/4"	66.6
	4.750	N° 4	63.6
	2.000	N° 10	60.3
	0.840	N° 20	57.6
	0.420	N° 40	51.6
	0.250	N° 60	46.3
	0.149	N° 100	38.2
	0.075	N° 200	30.7
D10 (mm)			Qu
D30 (mm)			Co
D60 (mm)			

LL	:	20.3
LP	:	15.1
IP	:	4.2



Nota: La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Geotecnia por: Tte. M. Velasco C.

Revisado por: Ing. D. Basilio R. / S.R.P.



Msc. Ing. Luisa E. SHUANLUCA
Jefa del Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842

e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fis@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 868-1-1

SOLICITANTE : OTTO SCIPION PINELLA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES
 UBICACIÓN : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO
 FECHA : 09 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C11 - M2

Prof. (m.) : 1.00 - 2.50

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

%	Acumulado Que Pasa	Pulg.	(mm)	
		75.000	3"	
		50.000	2"	
		38.100	1 1/2"	
		25.400	1"	
		19.050	3/4"	
		12.700	1/2"	
		9.525	3/8"	
		6.350	1/4"	
		4.750	N°4	
		2.000	N° 10	
		0.840	N° 20	
		0.420	N° 40	
		0.250	N° 60	
		0.149	N° 100	
		0.075	N° 200	
D10 (mm)				Cu
D30 (mm)				Cu
D60 (mm)				Cu

LL	20.8
LP	17.6
IP	3.2



Nota: La muestra fue enviada a clasificar por el Solicitante.

Elaborado por: Tico M. Yajaira C.

Revisado por: Ing. D. Basilio R. Y. D. R. P.



Msc. Ing. Luis E. SHUAN LUCAS
 Jefe del Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842

e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fco@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

N° 000664

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 868-1-1

SOLICITANTE : OTTO SCIPION PIÑELLA
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES
UBICACION : TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO
FECHA : 09 DE NOVIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C12 - M2

Prof. (m.) : 1.00 - 2.50

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Ss Acumulado Que Pasa	Peso	(mm)	
	75.000	3"	
	50.800	2"	100.0
	38.100	1 1/2"	100.0
	25.400	1"	100.0
	19.050	3/4"	100.0
	12.700	1/2"	100.0
	9.525	3/8"	100.0
	6.350	1/4"	99.6
	4.750	N°4	99.3
	3.000	N° 10	97.0
	0.840	N° 20	94.0
	0.420	N° 40	88.4
	0.250	N° 60	81.0
	0.149	N° 100	56.2
	0.074	N° 200	35.8
D10 (mm)		Qu	
D30 (mm)		Co	
D60 (mm)			

LL	:	20.8
LP	:	17.8
IP	:	3.0



Nota: La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Elaborado por: Tio M. Velasco C.

Revisado por: Ing. D. Basso R. / R.R.P.



[Signature]

Msc. Ing. Luisa E. SHUANLUCAS
Jefa del Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842

e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fco@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Anexo 6. Certificados de calibración de equipos



Tecnología, Precisión y Calidad

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLT-00015-2018

Expediente : 0012-1673
Fecha de emisión : 2018 - 01 - 12
Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE :** GMIG S.A.C.
DIRECCIÓN : CALLE 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** HORNO
MARCA : HUMBOLDT MFO.CO
MODELO : H-30145E
COD. IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
ALCANCE : 60°C a 230°C
DIVISIÓN DE ESCALA : 0.1 °C
SENSOR : PT 100
PROCEDENCIA : USA
UBICACIÓN : NO INDICA
3. **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**
 La calibración se realizó el día 12 de Enero del 2018 en las instalaciones de PESAS Y BALANZAS S.A.C
4. **MÉTODO.**
 #N/A
5. **PATRÓN DE MEDICIÓN.**
 Se utilizó patrones trazables a las unidades de temperatura y humedad del Sistema Internacional de Unidades calibrados por el SNM-INDECOPI.

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	N° DE CERTIFICADO	ENTIDAD
Termómetro digital	-40 °C a 400 °C	0,01 °C	± 0,1 °C	LT-266-2018	SNM-INDECOPI
Termohigrómetro digital	-30 a 100 °C / 0 % a 100 %	0,01 °C / 0.01% H.F.	± 1,5 %	LT-272-2018	SNM-INDECOPI

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	24.6 °C	25.5 °C
HUMEDAD RELATIVA	69%	70%
7. **OBSERVACIONES.**
 El equipo en mención presenta errores dentro de los errores máximos permisibles.
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95 %.
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.


Jorge Luis Broncano Aguilar
 Gerencia Técnica

Código: HGT-TAD-001

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PESAS Y BALANZAS S.A.C.

Jr. Luis Agurto N° 247 - Urb. Elio - Lima Cercado / Teléfonos: 564-5187 / 564-6891 Entel: 981478763 RPM: #999753131
 Correo: informes@pesabalsac.com ventas@pesabalsac.com Web: www.pesabalsac.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°822-LM -2018

Cliente	GMIG S.A.C
Dirección	CAL 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRONICA
Clase / Tipo	Clase Media I
Cap. Máxima	20KG
División de escala / Resolución	0.1G
Marca	AND
Modelo	GP-20K
Número de Serie	KG082370
Procedencia	USA
Identificación / Código	BALANZA 1
Cantidad	1
Fecha de Calibración	27/06/2018

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones del SNM / INDECOPI.

Los resultados contenidos en este certificado corresponden al momento y condiciones en que se realizó la calibración.

A fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Certificados sin firma y sellos carecen de validez.

2018-06-27

ING. ALEX JUNIOR RODAS BALCAZAR



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE MUNTEC CORP. E.I.R.L.
MUNTEC CORP. E.I.R.L.
SERVICIO DE METROLOGIA - INSTRUMENTACION Y CONTROL
JR. TURIN 505 URB. FIORI S.M.P. - LIMA TLF:01 732 5522 - 992946574

SOMOS SU RELEVIO A LA CALIDAD
INSTITUCION APACIONADA POR LA METROLOGIA



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°821-LM -2018

Ciente	GMIG S.A.C
Dirección	CAL.6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRONICA
Clase / Tipo	Clase Media I
Cap. Máxima	4KG
División de escala / Resolución	0.01G
Marca	SARTORIUS
Modelo	BA4100S
Número de Serie	KG082364
Procedencia	ALEMANA
Identificación / Código	BALANZA 2
Cantidad	1
Fecha de Calibración	27/06/2018

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones del SNM / INDECOPI.

Los resultados contenidos en este certificado corresponden al momento y condiciones en que se realizó la calibración.

A fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Certificados sin firma y sellos carecen de validez.

2018-06-27

ING. ALEX JUNIOR RODAS BALCAZAR



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE MUNTEC CORP . E.I.R.L.
MUNTEC CORP . E.I.R.L.
SERVICIO DE METROLOGIA - INSTRUMENTACION Y CONTROL
JR. TURIN 505 URB. FIORI S.M.P. - LIMA TLF:01 732 5522 - 992946574

SOMOS SU RELEVÓ A LA CALIDAD
INSTITUCION APACIONADA POR LA METROLOGIA



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°100-LA -2018

Cliente	GMIG S.A.C
Dirección	CAL.6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
Instrumento de Medición	ANILLO DE CARGA CBR
Clase / Tipo	Clase Media II
Cap. Máxima	0 - 5 mm 5 mm
División de escala / Resolución	0,002 mm
Marca	ELE
Modelo	—
Número de Serie	7732
Procedencia	USA
Identificación / Código	AN - 01
Cantidad	1
Fecha de Calibración	24/09/2018

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido complemente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de MUNTEC CORP E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de MUNTEC CORP E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponde únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Certificados sin firma y sellos carecen de validez.

24/09/2018



RESPONSABLE DE LABORATORIO

ING. ALEX JUNIOR RODAS BALCAZAR



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE MUNTEC CORP. E.I.R.L.
MUNTEC CORP. E.I.R.L.
SERVICIO DE METROLOGÍA - INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

JR. TURIN 505 URB. FIORI S.M.P. - LIMA - PERU
(01) 534 - 0626 / 992 946 574

SERVICIOS@MUNTEC-HALCA.COM
WWW.MUNTEC-HALCA.COM



LAS MEDIDAS BIEN HECHAS ELIMINAN COMPLETAMENTE LA SUBJETIVIDAD INSTITUCIÓN APASIONADA POR LA METROLOGÍA

Anexo 7. Reporte de similitud del Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/7s=3&o=1146772501&u=1074939475&lang=es

feedback studio Tesis Otto /0 2 de 4

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:
OTTO SCIPION PIÑELLA

Aseor:
MG. ING. LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA

Línea de Investigación:
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA - PERÚ

Página: 1 de 161 Número de palabras: 18196

Text-only Report High Resolution Activado

Resumen de coincidencias

24 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

24	1	cybertesis.urp.edu.pe	13 %
		Fuente de Internet	
	2	Entregado a Universida...	3 %
		Trabajo del estudiante	
	3	www.sedapal.com.pe	2 %
		Fuente de Internet	
	4	documenta.tips	1 %
		Fuente de Internet	
	5	www.puertos.es	1 %
		Fuente de Internet	
	6	www.scribd.com	1 %
		Fuente de Internet	
	7	repositorio.ucsg.edu.ec	1 %
		Fuente de Internet	
	8	repositorio.ucv.edu.pe	<1 %
		Fuente de Internet	
	9	Entregado a Universida...	<1 %
		Trabajo del estudiante	
	10	www.ici.edu.pe	<1 %
		Fuente de Internet	
	11	scielo.conicyt.cl	<1 %
		Fuente de Internet	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SCIRION PIÑELA OTTO ENEDY

INFORME TITULADO:

DISEÑO DE PAVIMENTOS PAVIMENTOS PARA LA DURABILIDAD
DEL PASEO DE CONTADORES DEL PUERTO DEL CALLAO,
2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

18/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

14 (CATORCE)

Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

SCIPION PIÑELLA OTTO FREDDY

D.N.I. 06267779 N° Celular: 995165590 N° Telf. Fijo: 3348061

Domicilio: Av. Pershing 590 Dpto. 301 Magdalena del Mar

E-mail: otto.scipion@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

Facultad :

Escuela : INGENIERIA CIVIL

Modalidad: ☒ Pre Grado

<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación Grado de Bachiller en :	<input checked="" type="checkbox"/> Tesis Título Profesional de: INGENIERO CIVIL
---	--

☐ Post Grado

<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

SCIPION PIÑELLA OTTO FREDDY

Título de la tesis:

DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES PARA LA DURABILIDAD DEL PATIO
DE CONTENEDORES DEL PUERTO DEL CALLAO, 2018

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento;


☒ AUTORIZO a publicar en texto completo. | ☐ NO AUTORIZO a publicar en texto completo

Firma del autor:

Otto Scipion P

Fecha: 01 de julio del 2019

0000

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **Mgr. LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA**, docente de la Facultad de Ingeniería y Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

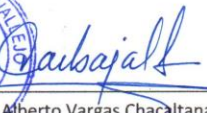
“DISEÑO DE PAVIMENTOS PORTUARIOS CON ADOQUINES PARA LA DURABILIDAD DEL PATIO DE CONTENEDORES DEL PUERTO DEL CALLAO, 2018”

Del estudiante **OTTO FREDDY SCIPION PIÑELLA**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender, la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 25 de junio del 2019.




Mgr. Luis Alberto Vargas Chacaltana
D.N.I.: 09389936